

航空事故調査報告書

個	人	所	属	J A 4 2 0 0								
日	本	貨	物	航	空	株	式	会	社	所	属	J A 8 1 9 1
A	S	B	飛	行	連	盟	所	属	R A 2 8 2 1 K			
個	人	所	属	J A 4 0 0 6								

平成16年7月30日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、個人所属JA4200他3件の航空事故に関し、航空・鉄道事故調査委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、航空・鉄道事故調査委員会により、航空事故の原因を究明し、事故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、事故の責任を問うために行われたものではない。

航空・鉄道事故調査委員会

委員長 佐藤 淳 造

日本貨物航空株式会社所属 JA 8 1 9 1

本報告書で用いた略号等は、次のとおりである。

A O R	:	Aircraft Operations Reference
A P U	:	Auxiliary Power Unit
A T T	:	Pitch Attitude
C A S	:	Computed Airspeed
C C P	:	Control Column Position
C V R	:	Cockpit Voice Recorder
C W P	:	Control Wheel Position
D F D R	:	Digital Flight Data Recorder
F E	:	Flight Engineer
F L	:	Flight Level
G S	:	Ground Speed
M A C	:	Mean Aerodynamic Chord
P F	:	Pilot Flying
P N F	:	Pilot Not Flying
R T G	:	Rating
S I D	:	Standard Instrument Departure
S T A	:	Station
V _{MCA}	:	Air Minimum Control Speed
V ₁	:	Takeoff Decision Speed
V _R	:	Takeoff Rotation Speed
V _S	:	Stalling Speed
V ₂	:	Takeoff Safety Speed

航空事故調査報告書

所 属 日本貨物航空株式会社
型 式 ボーイング式747-200F型
登録記号 JA8191
発生日時 平成15年10月22日 21時57分ごろ
発生場所 新東京国際空港

平成16年7月7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	楠 木 行 雄
委 員	加 藤 晋
委 員	松 浦 純 雄
委 員	垣 本 由 紀 子
委 員	松 尾 亜 紀 子

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

日本貨物航空株式会社所属ボーイング式747-200F型JA8191は、平成15年10月22日（水）、同社の定期62便（貨物便）として、新東京国際空港を離陸滑走中の21時57分ごろ、胴体後方下部を滑走路面に接触させ、そのまま離陸した。その後、同機は同空港に引き返し着陸した。

同機には、機長ほか3名の運航乗務員が搭乗していたが、負傷者はいなかった。

同機は、中破したが、火災は発生しなかった。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成15年10月23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。

1.2.2 外国の代表、顧問

事故機の設計・製造国である米国に事故発生の通知をしたが、その代表等の指名はなかった。

1.2.3 調査の実施時期

平成15年10月23日	機体調査及び口述聴取
平成15年10月24日	現場調査及び口述聴取
平成16年1月16日	フライト・シミュレーターによる調査

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。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

平成15年10月22日、日本貨物航空株式会社（以下「同社」という。）所属ボーイング式747-200F型JA8191（以下「同機」という。）は、21時57分ごろ米国アンカレッジ国際空港行きの同社定期62便（貨物便）として、新東京国際空港（当時）を離陸した。東京空港事務所に提出され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：新東京国際空港、移動開始時刻：21時30分、巡航速度：490kt、巡航高度：FL290、経路：GUPPY（位置通報点/グッピー）～OTR8（洋上転移経路）～KAGIS（位置通報点/ケイギス）～A590（航空路）～AMOTT（位置通報点/アマット）～J511（航空路）～ANC（アンカレッジVORTAC）、目的地：アンカレッジ国際空港、所要時間：6時間20分、持久時間で表された燃料搭載量：7時間31分、搭乗する総人数：4名

操縦室には、左操縦席に機長がPF（主として操縦業務を担当する操縦士）として着座し、右操縦席に副操縦士初期訓練中の訓練生（外国人、以下「訓練生」という。）がPNF（主として操縦以外の業務を担当する操縦士）として着座し、航空機関士席には航空機関士（以下「FE」という。）が着座していた。さらに、左後席に副操縦士が着座していた。

移動開始時からの飛行の経過は、飛行記録装置（以下「DFDR」という。）の記録、管制交信記録及び運航乗務員の口述によれば、概略以下のとおりであった。

2.1.1 DFDR及び管制交信記録による飛行の経過

新東京国際空港の209番スポットに駐機していた同機は、21時40分ごろ、移動開始のためプッシュバックされ、21時41分から42分にかけてエンジンが始動された。

同機は、滑走路34Lに向かって地上走行し、成田飛行場管制所（以下「成田タワー」という。）から21時54分に滑走路34Lに進入し待機するよう指示を受けた。21時55分、同機は、離陸許可を受けた。

同56分03秒 同機のスラスト・レバーが、前方に操作され始めた。

同56分12秒 同機は、離陸のための滑走を開始した。

同56分24秒 同機のN1（注1）は、No.1及びNo.4エンジンにおいては目標の107%に達したが、No.2及びNo.3エンジンにおいては目標値より小さく、No.2エンジンが84.4%、No.3エンジンが97.8%を示しており、その後もほぼ同様の数値であった。

同56分43秒 同機のCASは、123ktであり、同44秒に129ktとなった。

同56分46秒 同機は、CAS133ktに達し、操縦桿が2.3°引かれ機首上げのための操作（ローテーション操作）が開始された。このときのピッチ角は-0.5°であった。

ローテーション操作開始後、同機の加速度は低下した。

同56分51秒 同機のCASは146kt、ピッチ角は5.4°であった。

同56分52秒 操縦桿は6.1°引かれ、同機のピッチ角は8.0°、CASは148ktであった。

同56分53秒 操縦桿は6.8°引かれ、同機のピッチ角は10.6°、CASは149ktであった。

同56分54秒 同機のピッチ角は、AIR/GROUNDセンサーがGROUND
~55秒 モード状態での最大値である11.9°を示した。

同54秒、操縦桿は、本事故での最大値である7.5°まで引かれた。同機は離陸開始地点から約1,620mの位置にあり、CASは151ktであった。同55秒には、操縦桿は5.8°まで戻された。同機は離陸開始地点から約1,690mの位置にあり、CASは153ktであった。

- 同 5 6 分 5 6 秒 同機のCASは158kt、操縦桿は6.6°まで引かれ、ピッチ角は11.5°でGROUNDモード状態であった。
- 同 5 6 分 5 7 秒 同機のAIR/GROUNDセンサーは、AIRモードとなった。これはローテーション操作開始から約11秒後であった。CASは160kt、電波高度は9ft、操縦桿は6.7°まで引かれ、ピッチ角は11.5°であった。
- 同 5 6 分 5 9 秒 同機のCASは157kt、電波高度は13ft、ピッチ角は12.3°であった。
- 同 5 7 分 0 0 秒 同機のCASは163kt、電波高度は17ft、ピッチ角は13.2°であった。
- 同 5 7 分 0 2 秒 同機のギア・レバーが、DOWN表示からNOT表示に変化した。CASは163kt、ピッチ角は14.5°、電波高度は35ftを指示していた。
- 同 5 7 分 4 0 秒 同機は、成田進入管制所に対して、気圧高度1,300ftを通過して7,000ftに上昇中であることを通報した。その後、同機はフラップ10°の状態にCAS160~175ktで上昇を続けた。
- 同 5 9 分 5 2 秒 このころ、同機は、気圧高度3,000ftに達し右旋回を開始するが、この3秒後ごろからピッチ角が減少し、それに対してCASが増加傾向を示した。

22時06分23秒に、同機は、東京航空交通管制部に対して最初の送信を行い、この中で、上昇高度をフライトレベル150に変更すること、及び燃料投棄の許可を求めた。その後、同機は、新東京国際空港に引き返す旨を要求し、燃料投棄をARIES（位置通報点/アリーズ）で行うためアリーズまでのレーダーベクターを要求した。

同機は、燃料投棄後COSMO（位置通報点/コスモ）を經由して、22時49分ごろ、新東京国際空港の滑走路34Lに着陸した。

（注1）N1とは、低圧タービンの回転数の比率で、3,432.5rpmを100としたときの割合を%で表したものである。推力を設定する場合の指標としている。

2.1.2 運航乗務員の口述

(1) 機長

機内において出発前の準備を行い、21時35分ごろ、最終のウェイト・アンド・バランスを入手し、FEにテイクオフ・データ・カード（以下「デ

ータ・カード」という。)の作成を依頼した。39分ごろにFEからデータ・カードを受け取り、そのデータどおりに速度計のバグ(スピード・レファレンス・マーカーのことで、運航乗務員が運航上必要な数値の目印にするもの)をセットした。離陸重量に対応した速度等に対する基準値は記憶していなかった。出発は10分程度遅れていたため、その後すぐにプッシュバックのクリアランスをもらった。すべて通常の手順どおりであった。

タクシー中にタクシー・アンド・テイクオフ・チェックリストを実施し、その項目の中で、もう一度バグ・セット・アンド・クロスチェックによりテイクオフ・データとバグのセットに食い違いがないかしっかり確認した。

テイクオフ・クリアランスをもらって離陸操作を開始し、PNFの V_R (注2)のコールでローテーションを開始した。風はほぼ正面から4~5kt吹いていた。スタンダードなローテーション・レートで操作を行い、機体はエアボーンしたが、リフトオフするのに通常より若干時間がかかったように感じた。天候が悪く夜だったので、滑走路のどの辺りで浮き上がったか確かな記憶はない。また、速度を切らないように注意していたため、ローテーション時のピッチ姿勢は、正確には記憶していないが12°程度だったと思う。

その後、通常の上昇で、ギア・アップ操作を行い、概ね V_2 (注3)+20ktで上昇した。3,000ftを過ぎたころ、成田デパーチャー(進入管制所)から右方向へ旋回の指示があり、ターンを開始したところ失速警報であるスティック・シェーカーが作動した。すぐに機体のピッチ姿勢を押さえて対応し、FEにテイクオフ・データの再確認を指示した。確認した結果、 V_2 として本来設定すべき値より約28kt小さい値のデータを使用していたことが分かった。正しい速度にバグをセットし、フラップ・スケジュールに従ってフラップ操作を実施した。

与圧は正常であることを確認したが、本来ローテーションを開始すべき速度より遅い速度でローテーションを開始し、リフトオフが通常より遅かったことを考慮すると、リフトオフ時にテール・コンタクトをした可能性があり、洋上における高高度の長距離フライトを継続することに不安を感じた。フラップ・アップ後、運航乗務員間で話し合い、最終的に私が引き返すことを決断した。

22時13分から約20分間で燃料投棄を行い、新東京国際空港に引き返し22時49分に着陸した。22時53分にランブインした後、整備士が点検を実施した結果、胴体後方下部に擦過痕が発見された。テール・コンタクトしたと思われるローテーションからリフトオフの時機に、身体に感じる衝撃はなかった。

747-200Fにおいて尾部を擦ることとなるピッチ角の正確な数値は把握していなかった。

(2) 訓練生

ランプアウト後、タクシー中にタクシー・アンド・テイクオフ・チェックリストを実施し、テイクオフ・データをクロスチェックした。前方をタクシーしていたボーイング747が離陸を開始したころ、成田タワーにコンタクトした。滑走路34Lに進入し、成田タワーから離陸の許可をもらった。

機長はパワーを入れ、オートスロットルをセットしコールした。離陸滑走中、機体は正常に加速していた。V₁(注4)、V_R、ローテート16°のコールアウトに合わせて、機長はスムーズにローテーションを実施した。時間的には5～6秒ぐらいだったと思うが機体はなかなか浮き上がらなかった。表現が難しいが、いったん浮き上がりかけて、加速が止まり再びメインギアが着いたような感じだった。

その後、機体が浮き上がって、高度計、昇降計の指示がようやく上昇を示し始めたので、「ポジティブ・クライム(正常な上昇)」とコールし、機長の指示でギアを上げた。高度1,000ftを通過するころに成田タワーから成田デパーチャーにコンタクトするよう指示があった。このときの速度はV₂+20ktだった。

SIDで右旋回を開始したときに、少しスティック・シェーカーが作動した。機長は、ノーズを下げて増速し、FEにテイクオフ・データの速度の確認を指示した。その結果、V₂が約30kt違っていたので、バグを正しいV₂にセットした。その後、機長、副操縦士、FEの3名は日本語で会話をしていたので、話の内容は理解できなかった。自分が、ローテーション時、尾部を擦った可能性があると言った後、結局、機長が引き返すことを決心した。

アリーズまでレーダー・ベクターを要求し、アリーズでホールドをしながら燃料投棄を行い、燃料投棄後レーダー・ベクターで進入し滑走路34Lに着陸した。

自分の母国で、日本に来る前に乗務していた国では、重量の単位はキログラムであるのに対してこちらではポンドなので、数字を聞いてもすぐにはピンとこなかった。また、こちらに来てから行ったシミュレーター訓練では、機体重量はいつも同じ53万ポンドで実施しており、今回FEが計算した速度は、シミュレーター訓練時とあまり変わらない数値であったために間違いに気付かなかった。また、母国では、FEと副操縦士がそれぞれ計算し照合することになっていたが、NCA(日本貨物航空)では今回のやり方がスタ

ンダード・プロシージャーだったので、計算はしなかった。

(3) 副操縦士

ショーアップ・タイムである20時00分の5分前に運航補助者のところへ行った。訓練生が副操縦士として路線訓練中であつたため、私はセーフティ・コパイ（訓練生が業務を行えなくなった場合等に備えて搭乗している副操縦士）として余分のログをもらい、必要な事項を確認するとともに、通常飛んでいるルートなのでいつもと変わっているところがないかをチェックした。ログによると、プラン・テイクオフ・ウェイトが約75万ポンドと、NCAのフライトとしてはかなり重い方だという認識をもった。やや出発が遅れ気味だった。セーフティ・コパイとしての確認行為を行って、訓練生が実施すべき操作手順に漏れがないことを確認した。ジャンプシート（左後席）からだとかプテンサイド（左操縦席）がほとんど見えないので、コパイサイド（右操縦席）のパネルを重点的に確認し、チェックリスト漏れなどはなかったと思う。

ウェイト・アンド・バランス等の書類を受け取り、機長がFEにデータ・カードを作成するように指示し、そのデータに基づき、機長、訓練生のそれぞれが速度計のバグをセットし、クロスチェックしてプッシュバックにはいった。機長が、タクシー中にテイクオフ・ブリーフィングを行った。タクシー・アンド・テイクオフ・チェックリストで確認したが、テイクオフ・データのセットミスや左右の誤差はなかった。

V₁をコールしてローテーション幾つと言ってピッチをゆっくりと上げていき、PNFが、機体がエアボーンしたことを確認してポジティブ・クライムをコールするのだが、そのポジティブ・クライムのコールが非常に遅かった。

その後、V₂+20kt前後の速度を保持して上昇していった。SIDでライトターンを開始したところ、スティック・シェーカーが作動した。これは尋常ではないと思い、ショルダー・ハーネスを外して前の方を覗き込んだ。FEがテイクオフ・データを再確認したところ、V₂が正しい値に比べておよそ30kt小さい値であった。離陸時に、これだけ遅い速度でローテーションしているということは、アーリー・ローテーションであり、テール・コンタクトした可能性があるので、FEはテール・ストライク・オン・テイクオフというチェックリストを実施した。

現在の与圧の状況を確認したところ正常であつたが、アンカレッジまでの高高度飛行で、与圧を限界に近い状態で使用するため、このまま飛行を継続することに不安を感じ、機長に「戻りましょう」と助言した。機長は、引き

返すことについて迷っているようであった。成田は運用時間が23時までなので、すぐにリターンのクリアランスを要求をしないと成田に入れなれないと思い、機長に対して強めに戻るべきであるとの意思表示をし、機長は、22時08分ごろリターンを決心した。その後、アリーズでホールドして燃料投棄を行い、レーダー・ベクターで進入し滑走路34Lに着陸した。

(4) FE

運航補助者と通常のブリーフィングを実施し、フライト・エンジニア・レコード(FEが飛行時に使用する書類)に必要な事項を記入し、飛行機に向かった。

通常の貨物搭載時にはノーズドアは閉じているが、今回は開いていたので、多分、貨物の搭載を速めていると思った。操縦室に入りログをチェックし、その後、機体の外回りを点検して再び操縦室へあがった。プリフライト・チェックを通常どおり行った。

搭載状況は、下の後方の貨物室の積載が遅れ気味だった。ロード・プランナーが21時35分ごろにウェイト・アンド・バランス・マニフェストを持ってきた。機長がそれをチェックし、自分はそれをもらってデータ・カードを作った。フライト・エンジニア・レコードに、記入する欄はないが、ゼロフュエル・ウェイト(零燃料重量)である552,700lbと、アンカレッジ到着時のランディング・ウェイトである579,800lbとを比較するために、欄外にそれらの数値を書き込んだ。離陸重量は、745,000lbであり、チャートの750,000lbのところの、V1156kt、VR168kt、V2175kt、ATT(注5)12をデータ・カードに記入すべきであったが、実際には、表の下の550,000lbの行を見てしまい、V1124kt、VR132kt、V2146kt、ATT16と記入してしまった。ゼロフュエル・ウェイトである552,700lbが頭に残っていたのだろうと思う。

自分のやり方として、通常はデータの再確認を逆方向(速度から離陸重量を求める方向)から行うのだが、今回は、定刻より遅れているのがすごく気になっていて、これを行うことを失念していた。通常どおり行っていればミスは発見できたと思う。いつも定刻に出たいという気持ちがあった。

作成したデータ・カードを機長に渡し、機長はデータに基づいて速度計のバグをセットした。21時39分にプッシュバックのクリアランスを受けた。プッシュバックに続いてタクシーを開始し、タクシー・アンド・テイクオフ・チェックリストを実施した。このときには、データ・カードに記載されたデータと速度計にセットしたバグの数値との照合だけで、このデータそのものの正誤についての確認は行わなかった。

F Eが塔乗している機体では、テイクオフやランディングのデータ・カードはF Eが作成することになっている。機長や副操縦士の中には、簡易チャートを持っている人やコンピュータを持っている人がいるが、データ・カードの作成はあくまでF Eのデューティなので、機長や副操縦士が検算するかどうかは、私が関知することではなかった。トリムのセット数値は記入するときに750,000lbを見て書いたので間違っていない。

離陸を開始してV₁に達したときに、速度が遅いと感じた。その後、高度1,500ftでテイクオフ・パワーからクライム・スラストにセットした。右旋回中にスティック・シェーカーが作動し、機長からテイクオフ・データの再確認を指示された。確認して初めてテイクオフ・データの間違いに気付いて機長に報告し、正しい値を口頭で機長に伝えた。離陸時にテール・ストライクをしている可能性があったため、機長は新東京国際空港に引き返すことを決心した。

燃料投棄の計算をし、燃料投棄後クリアランスをもらって、22時49分に滑走路34Lに着陸した。ランプイン後、整備士が機体を確認したところテールに擦り傷のようなものがあった。

(注2) V_R (ローテーション速度)とは、機体を浮揚させる目的で、揚力係数を大きくするために迎え角を増すための操作を開始する速度であり、離陸重量及びフラップ角により決定される。

(注3) V₂ (安全離陸速度)とは、1発動機が不作動であっても安全に離陸ができ、高度35ftを通過するときには達しており、かつ要求された上昇勾配を満足できるような上昇速度のことである。離陸重量、フラップ角、外気温度及び気圧高度により決定される。

(注4) V₁ (離陸決定速度)とは、離陸滑走中、1発動機が不作動になった場合に離陸を継続するか中止するかを決定するための速度であり、離陸重量、フラップ角、滑走路状態及び推力により決定される。

(注5) A T Tとは、1発動機不作動時の上昇姿勢のことであり、通常の離陸時のローテーション操作では、この姿勢まで連続的にピッチ角を上げる。

(付図1、2、4、5、6、7、8、9-1、9-2参照)

同機は、22時49分ごろに新東京国際空港に着陸した。事故発生時刻は21時57分ごろ、事故発生地点は新東京国際空港A滑走路上であった。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

死傷者はいなかった。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

中 破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

機体調査の結果、主な損傷状況は、次のとおりであった。

(1) 胴体後方下部

胴体後方下部外板のSTA^(注6)2231～2775の位置に約1.4mにわたってテールが滑走路に接触した際に生じたと推定される擦過痕があり、この擦過痕は後部になるほど顕著であった。

STA2484、STA2598及びSTA2658の下部フレームに打痕が生じ、一部に亀裂が生じていた。また、この間を通る下部のストリンガーの一部が内側に曲っていた。

(2) 水平安定板作動器アクセス・ドア

擦過痕が生じていた。

(3) APU電池アクセス・ドア

擦過痕、打痕及び一部亀裂が生じていた。

(4) APUアクセス・ドア

擦過痕及び亀裂が生じていた。

(5) テール・コーン

底部に擦過痕、打痕及び亀裂が生じていた。

(注6) 本報告書においては、STAとは、機体の前後方向の位置を表すため、機体前方に基準となる零点を取り、そこから機体後方へ向けて機軸に沿って測った距離をインチ単位で表したものである。

(付図4及び写真1参照)

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

なし

2.5 航空機乗組員等に関する情報

(1) 機長

男性 55歳

定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)

昭和61年2月25日

限定事項 陸上多発機

昭和48年5月18日

ボーイング式747型

昭和59年7月9日

第1種航空身体検査証明書		
有効期限		平成15年10月31日
総飛行時間		13,965時間47分
最近30日間の飛行時間		51時間04分
同型式機による飛行時間		7,345時間57分
最近30日間の飛行時間		51時間04分
(2) 訓練生	男性 43歳	
定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)		平成15年9月5日
限定事項 ボーイング式747型		平成15年9月5日
第1種航空身体検査証明書		
有効期限		平成16年3月15日
総飛行時間		9,836時間17分
最近30日間の飛行時間		27時間55分
同型式機による飛行時間		5,365時間45分
最近30日間の飛行時間		27時間55分
(3) 副操縦士	男性 35歳	
定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)		平成14年7月30日
限定事項 陸上多発機		平成5年2月23日
ボーイング式747型		平成12年8月8日
第1種航空身体検査証明書		
有効期限		平成16年1月15日
総飛行時間		4,859時間37分
最近30日間の飛行時間		63時間19分
同型式機による飛行時間		1,401時間12分
最近30日間の飛行時間		63時間19分
(4) F E	男性 59歳	
航空機関士技能証明書(飛行機)		昭和46年12月11日
限定事項 陸上多発機		昭和46年12月11日
ボーイング式747型		平成4年5月25日
第1種航空身体検査証明書		
有効期限		平成15年11月29日
総飛行時間		15,849時間33分
最近30日間の飛行時間		39時間19分
同型式機による飛行時間		5,987時間13分
最近30日間の飛行時間		39時間19分

2.6 航空機に関する情報

2.6.1 航空機

型 式	ボーイング式 747 - 200F 型
製造番号	24576
製造年月日	平成 2 年 10 月 16 日
耐空証明書	第東 - 10 - 408 号
有効期限	平成 10 年 9 月 14 日から整備規程 (日本貨物航空株式会社) 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	53,848 時間 08 分
定期点検 (C 検査、平成 15 年 1 月 8 日実施) 後の飛行時間	116 時間 46 分

(付図 3 参照)

2.6.2 エンジン

型 式	ゼネラルエレクトリック式 CF6 - 50E2 型			
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
製造番号	517191	530236	530269	530210
製造年月日	1976 年 7 月 9 日	1984 年 11 月 19 日	1985 年 7 月 19 日	1984 年 8 月 3 日
総使用時間	82,634 時間 22 分	74,050 時間 59 分	70,864 時間 01 分	68,421 時間 05 分

2.6.3 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は 744,500 lb、重心位置は 23.3%MAC と推算され、いずれも許容範囲 (最大離陸重量、781,800 lb、事故当時の重量に対応する重心範囲 11.2 ~ 32.1%MAC) 内にあったものと推定される。

2.6.4 燃料及び潤滑油

燃料は航空燃料ジェット A - 1、潤滑油は BP ターボオイル 2380 であった。

2.7 気象に関する情報

新東京国際空港の定時航空実況気象通報式 (METAR) 及び指定特別航空実況気象通報式 (SPECI) は、次のとおりであった。

21 時 30 分 風向 340°、風速 11 kt、卓越視程 7,000 m、現在天気 弱い雨、雲 雲量 1/8 雲形 層雲 雲底の高さ 200 ft、

雲量 5 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ 400 ft、雲量 7 / 8
雲形 層積雲 雲底の高さ 1,000 ft、気温 17 、露点温度
16 、高度計規正值 (QNH) 29.70 inHg
21時41分 風向 340°、風速 11kt、卓越視程 4,500 m、現在天気
弱い雨 もや、雲 雲量 1 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ
200 ft、雲量 5 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ 400 ft、雲
量 7 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ 800 ft、気温 17 、
露点温度 16 、高度計規正值 (QNH) 29.69 inHg
22時00分 風向 320°、風速 10kt、卓越視程 3,000 m、現在天気
弱い雨 もや、雲 雲量 1 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ
100 ft、雲量 5 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ 300 ft、雲
量 7 / 8 雲形 層雲 雲底の高さ 500 ft、気温 17 、
露点温度 16 、高度計規正值 (QNH) 29.69 inHg

2.8 DFDR及び操縦室用音声記録装置に関する情報

同機には、米国ロッキード・エアクラフト・サービス社製DFDR (パーツナンバー: 209F/10077A500) 及び米国フェアチャイルド社製操縦室用音声記録装置 (パーツナンバー: 93-A100-80、以下「CVR」という。) が装備されていた。

2.8.1 DFDR

同機のDFDRには、新東京国際空港の209番スポットから移動を開始し、事故発生後、着陸し機体が停止するまでの間のすべての記録が残されていた。

2.8.2 CVR

同機のCVRは、装置が停止するまでの30分間の音声を記録するエンドレス・テープとなっているため、事故発生前後の音声記録は残されていなかった。

2.9 事故現場に関する情報

DFDR記録によると、ピッチ角が11.9°になったのは、離陸開始地点から約1,620~1,690 mの位置であった。離陸開始地点が滑走路34L末端から内側に150 mの位置であったと考えた場合、滑走路34L末端から1,770~1,840 mの位置に同機によると考えられる擦過痕があるはずであるが、同機のものと考えられる擦過痕は発見できなかった。

(付図2参照)

2.10 貨物等の搭載状況について

同社では、航空機への貨物の搭載に当たっては、ロード・プランナーが貨物の搭載場所を決定し、ロード・マスターが搭載に関する作業を統括している。貨物担当スーパーバイザーが貨物搭載に係る総括的な責任者となっている。また、航空機への燃料搭載については、担当整備士が確認を行っている。

ロード・プランナー、ロード・マスター及び担当整備士の口述によると、同機の貨物搭載及び燃料搭載は、特に問題なく完了していた。

なお、同機が新東京国際空港へ引き返し、到着後、ロード・マスター及び同社の貨物担当スーパーバイザーは、貨物搭載が指示書のとおり適切に実施されていたことを再確認した。

2.11 データ・カードについて

2.11.1 データ・カードの記載要領

- (1) 同社のOPERATIONS MANUALには、機長、副操縦士、F Eの業務等についての記載はあるが、データ・カードに関して、誰が作成し誰が確認するか等を含め記載はない。

データ・カードの作成に関しては、AIRPLANE OPERATIONS MANUAL通常操作のCOCKPIT PREPARATION-F/Eに「Takeoff Data Card . . . COMPLETED」との記載があり、F Eが作成すると受け取れる内容ではあるが明確ではなく、また、データ・カードの確認に関しては、誰が行うかの記載はない。

- (2) 飛行機運用規程の「8-3-4 速度設定」に飛行の各区分における速度設定についての記載があり、「離陸速度は8-6-2のTAKEOFF SPEED Tableに示されている」との記載があった。

- (3) データ・カードの記入要領については、飛行機運用規程の8-6 OPERATIONAL DATAに細部にわたる説明がなされていた。

データ・カードには、航空機が離陸する際に必要とされる情報を、飛行機運用規程から読み取って記載することになっていた。離陸操作を行う場合に特に重要となる要素である V_1 、 V_R 、 V_2 及びA T Tの4項目については、太い実線に囲われており、 V_1 、 V_R 及び V_2 については、「TAKEOFF SPEED Tableから求まるSpeedを記入する。」とされ、A T Tについては、「TAKEOFF SPEED Tableに表示されているClimb Attitudeの3 ENGの値を記入する。」とされていた。

- (4) 飛行機運用規程の8-6-2 TAKEOFF & LANDINGに本事故時の離陸において使用された離陸推力R T G (注7)、フラップ10°の場合のTAKEOFF SPEED表

(以下「チャート」という。)が掲載されていた。

(注7) RTG とは、離陸重量、滑走路長、騒音等を考慮し設定される離陸推力の一つである。離陸推力には、MAX、RTG、RTG、RTG - 2の4種類の設定がある。MAXは、当該エンジンの最大許容離陸推力である。RTG は、MAXより4%、RTG は、MAXより10%低い推力である。RTG - 2は、RTG のTakeoff N1から2% N1を減じたものであり、RTG より約4%低い推力である。

(付図5、6参照)

2.11.2 データ・カードの作成及び確認

(1) 運航乗務員の搭乗前

同機の運航乗務員が、運航補助者からブリーフィングを受けた際に使用した19時02分のデータによると、プラン・テイクオフ・ウェイトは750,500lbと記載されていた。離陸推力の設定はRTG、フラップは10°を使用するよう記載されていたが、速度に関する記載はなかった。

また、この際、運航乗務員がデータ・カードを作成し、離陸時の速度等について検討することはなかった。

(2) 運航乗務員の搭乗後から出発のための移動開始まで

21時35分ごろ、同機の機長は、ロード・プランナーから最終のウェイト・アンド・バランス・マニフェスト及びロード・インストラクション・シートを受け取り、データ・カードの作成をFEに依頼した。

FEは、携行している飛行機運用規程のチャートを参照してデータ・カードを作成し機長に手渡した。

機長は、データ・カードに記載されたV₁124kt、V_R132kt、V₂146ktを基に左席の速度計のバグをセットした。訓練生は、データ・カードに記載されたそれぞれの数値と、機長がセットした速度計のバグの両者を確認しながら右席の速度計のバグをセットした。

左後席の副操縦士は、それらの行為が正しく行われていることを見ていた。

(3) 出発のための移動開始から離陸開始まで

滑走路34Lに向かって地上走行中に、タクシー・アンド・テイクオフ・チェックリストに従って離陸前の最終の確認を行い、その中で、機長及び訓練生は、データ・カードに記載されたそれぞれの速度と速度計のバグのセットとが一致していることを確認した。

2.11.3 データ・カードの記載事項

本事故時のデータ・カードには、離陸重量が745,000lbに見合ったデータとして V_1 156kt、 V_R 167kt、 V_2 175kt、ATT12と記載されるべきところを、離陸重量が550,000lbの場合のデータである V_1 124kt、 V_R 132kt、 V_2 146kt、ATT16が記載されていた。

(付図6参照)

2.1.2 離陸開始後の操縦操作

- (1) 同機は、ノーマル・テイクオフ・メソッド^(注8)で離陸した。
- (2) 同機がローテーションを開始した速度は約133ktで、本事故時のデータ・カードに記載された132ktに近いものであった。しかし、この速度は、本事故時の離陸推力及び離陸重量に基づいて求めた本来ローテーションを開始すべき速度である167ktよりも、34kt小さい値であった。
- (3) 同機がローテーションを開始してから、DFDR記録のAIR/GROUNDセンサーが、AIRモード状態を表示をするまでに要した時間は約11秒であった。

(注8) ノーマル・テイクオフ・メソッドとは、離陸開始位置でブレーキをかけたままの状態ですラスト・レバーを約70%N1まで進め、エンジン推力が安定したら離陸滑走を開始し、80ktまでに離陸推力をセットする方法をいう。

2.1.3 その他必要な事項

2.13.1 同機の失速速度等

飛行機運用規程によると、離陸重量745,000lb、フラップ10°における同機の V_S (失速速度)は146kt、スティック・シェーカー作動速度は163ktであった。

また、離陸推力RTGを使用した場合の臨界発動機不作動状態での V_{MCA} (空中での最小操縦速度)は、107.5ktであった。

2.13.2 離陸重量と速度の関係

飛行機運用規程によると、通常使用する推力の設定は、設定される推力の大きい順にMAX、RTG、RTG、RTG-2の4通りであった。離陸重量と離陸時の V_1 、 V_R 及び V_2 の各速度との関係については、MAXの場合には、フラップの設定が20°であるため、他の3通りの推力の場合と比べ、離陸時の各速度は小さい値に設定されているが、フラップの設定が10°である他の3通りの推力の場合には、ほぼ一致する傾向が見られた。

本事故時の同機の離陸重量である745,000lbに対応する V_1 、 V_R 及び V_2 の各速度は、4通りの推力設定のいずれの場合であっても、概ね150～180ktの範囲内の値であった。

(付図7参照)

2.13.3 離陸重量とATTの関係

飛行機運用規程には、ATTの値が、離陸重量に対応して定められており、それによれば、最大値の17から最小値の11までの範囲で、離陸重量が軽いほどATTは大きな値に、重いほど小さな値とされている。

本事故時に使用されたATT16は、推力設定にMAX、RTG、RTG、を使用した場合には、離陸重量が560,000lbで適用される値であり、RTG-2の場合には、520,000lbで適用される値であった。

本事故時の離陸重量745,000lbの場合、推力設定が4通りのいずれであっても、ATTは12又は13とされている。

(付図8参照)

2.13.4 フライト・シミュレーターによる調査結果

2名のパイロットによりRTGの推力設定で離陸した場合、機体の状態及び操作上の傾向は、以下のとおりであった。

なお、調査に使用したフライト・シミュレーターは、ボーイング式747-200F型に対応するものであり、高度なビジュアル装置及びモーション装置を有し、最も模擬の程度が高いレベルDの認定を国土交通省航空局から受けたものである。

なお、最下行は、DFDR記録から得られた、同機の事故時のデータを記載したものである。

推力	機体重量	リフトオフ ピッチ(°)	ローテーション 操作率(°/s)	加速度 (kt/s) ローテーション前/後	イニシャル・ターゲット・ピッチ(°)	リフトオフ までの時間
RTG	LIGHT	9.1	2.30	5.3/4.6	16	6秒
	HEAVY	9.1	1.90	3.6/2.5	11	7秒
RTG	事故当時	11.9	1.55	4.0/2.1	16	11秒

(1) ローテーション操作は、 V_R からスムーズに行われ、その操作率は機体重量が軽い場合には約2.3°/s、重い場合には約1.9°/sであった。ローテーション操作の途中で、ピッチ角がイニシャル・ターゲット・ピッチに達する前の9.1°でAIR/GROUNDセンサーが、AIRモードとなった。

(2) 加速度は、ローテーション開始前と比べ、開始後は約0.7～1.1kt/s低

減した。機体重量が軽い場合と重い場合とでは、加速度に約1.7～2.1kt/sの差があった。

- (3) ローテーション開始から、AIR/GROUNDセンサーがAIRモードになり、リフトオフするまでの時間は、離陸重量が軽い場合には約6秒、重い場合には約7秒であった。運航乗務員は、ギアレバー・セーフティリレー・オフの作動音（以下「リレー音」という。）によりリフトオフを確認することができる。
- (4) リレー音は、いずれもV₂後に発生した。

2.13.5 B747 AIRPLANE OPERATIONS REFERENCE について

同社のボーイング式747型機の飛行機運用規程の内容を補足又は解説する参考資料として、B747 AIRPLANE OPERATIONS REFERENCE（以下「AOR」という。）が設定されている。

AORには、離陸時のピッチコントロール等について、以下のとおり記載されていた。

7-2-1-15 離陸時におけるPitch Controlと離陸・進入時の Target Pitch AttitudeおよびReference N₁

1. 概要

適正なTakeoff Rotation操作の一助として、離陸時におけるPitch Controlの方法を解説すると共に、Climb Speed LowおよびPitch Low Landing防止のために、離陸・進入時の具体的なTarget Pitch AttitudeおよびReference N₁を参考Dataとして紹介する。

2. 離陸時におけるPitch Control

離陸滑走において、Control Columnには軽くForward Pressureをかけておき、V_Rに到るまでにNeutralにする。

- 機首上げ姿勢にならないようにControlする。

V_RからRotationを開始する。

- Rotationの開始とは、ColumnにBack Pressureをかけ始めることであって、機首上げの運動が始まることではない。
- V_R以前にRotationを開始してはならない。Early RotationはTail Contactに到る危険性が非常に大きい。

Rotationは、滑らかに、連続的に2～3Deg/Secの範囲のPitch Up Rateで行なう。適正なRateでRotationが行われる過程において、Liftoffし35ft通過時のPitch Attitudeは離陸推力設定や重量等にもよるが、大体11°～18°

(NOTE1) となり、AirspeedはV₂ + 10ktか、場合によってはそれ以上になる。

- この段階でのAirspeed：V₂ + 10ktは、適正なRotation, Liftoffの結果であって、それを実現すべくRotationからClimb Outまでの操縦操作を行なえという目標ではない。

Rotationの過程の一部として無理にこの速度を実現しようとする、Over RotationになりTail Strikeに到る。

- Flight DirectorのCommand Barへ向けて急激なPitch Upを行なわない。
Command BarへのNose Upも適正なRateの範囲内で行なう。

NOTE 1 : Takeoff Data Cardに記載されるClimb Attitudeの値を示した。

この値は、3 Engineでの目安であって、このPitch Attitudeのまま
で適当な速度が実現される保証はない。その後、所定の速度範囲を
維持すべく必要な調整を行なう。

Early Rotation, Rapid(Excessive Pitch Up Rate)RotationおよびOver
RotationはTail Strikeの危険があり、避けねばならない。

2.13.6 同型式機における機体姿勢と胴体後方下部擦過について

同機の製造会社である米国ボーイング社によると、機体姿勢、胴体主脚オレオ及びチルトの状態と胴体が擦過する場合の機体位置の関係は、次の表のとおりである。

胴体主脚 オレオの状態	胴体主脚 チルトの状態	機体ピッチ角 (°)	接地する機体位置 (STA : in)
通常の圧縮状態	ゼロチルト (全タイヤは滑走路上)	11.1	2,060
最も伸びた状態	ゼロチルト (全タイヤは滑走路上)	12.6	2,750
最も伸びた状態	フルチルト (後部タイヤは滑走路上)	13.1	2,750

2.13.7 スティック・シェーカー作動時

運航乗務員は、同機が、高度約3,000ftで最初の旋回を開始したころ、スティック・シェーカーが作動したと述べている。また、機長が口述で「機体のピッチ姿勢を押さえて対応し、・・・」と述べているとおり、DFDR記録によると、このころ速度が増加の傾向を示し、一時的に約10kt増加するとともに、機体のピッチ角が減少し、同機は一時的に降下していた。また、エンジン推力を示すN1は増加していなかった。

(付図9 - 2 参照)

3 事実を認定した理由

3.1 解析

3.1.1 機長、訓練生、副操縦士及びF E 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。

3.1.2 同機は、有効な耐空証明を有し、同社の整備規程で定める所定の整備及び点検が行われていた。

同機の貨物等の搭載状況は、2.1.0で述べたとおり指示書に従い実施されていたものと推定され、本事故に影響する状況にはなかったものと推定される。

2.1.1で述べたように、21時56分24秒以降、No.2及びNo.3エンジンの離陸時のN1が低めに記録されていたことについては、その時点でのN2^(注9)がすべてのエンジンで101.8～103.1%の範囲内であったこと、及び燃料流量が約17,200～18,000 lb/hの範囲内であったことから、記録上の誤りであり、実際は、N1についても約107%には達していたものと推定される。

また、運航乗務員もエンジン推力の異常については特に何も述べていないことから、計器上の指示は、4エンジンとも約107%であったものと推定される。

(注9) N2とは、高圧タービンの回転数の比率で、9,827 rpmを100としたときの割合を%で表したものである。

3.1.3 事故当時の気象状況は、本事故に関連はなかったものと推定される。

3.1.4 本事故時に使用されたデータ・カード及びF Eの口述から、F Eはデータ・カードを作成する際に、実際の離陸重量が745,000 lbであったことから、チャートの750,000 lbの行と740,000 lbの行の速度及びA T Tを読み取り、その中間の値(小数点以下の値がでた場合には、切り上げた値)を採用しなければならなかったが、零燃料重量である550,000 lbの行の速度及びA T Tを読み取ってデータ・カードに記載したと推定される。その結果、データ・カードにはV1156kt、VR167kt、V2175kt、A T T12とすべきところを、V1124kt、VR132kt、V2146kt、A T T16と記載したものと推定される。また、F Eは、そのデータを再確認しなかったために、間違いに気付かなかったも

のと推定される。

3.1.5 データ・カードの作成及び確認上の問題点

3.1.5.1 運航補助者とのブリーフィング時

2.11.2(1)で述べたとおり、出発前に、同機の運航乗務員が運航補助者とのブリーフィング時に使用したデータによると、運航乗務員は、プラン・テイクオフ・ウェイトが750,500 lbであること、離陸時の推力設定はRTG、フラップは10°を使用することを確認していた。しかし、このデータには、離陸時における各速度の設定値の記載はなく、この時点において運航乗務員がデータ・カードを作成することもなかったものと推定される。

運航乗務員が、ブリーフィング時にデータ・カードを作成することにより、離陸時の各速度についての検討を行っていれば、あらかじめ離陸時の各速度の概数について知ることができ、仮にFEが、その後、ウェイト・アンド・バランス・マニフェストを受け取った際、間違ったデータ・カードを作成したとしても、運航乗務員が、あらかじめ求めてある概数との比較により、その間違いに気付き、正しい数値に修正できたものと考えられる。

なお、本事故の場合には、プラン・テイクオフ・ウェイト750,500 lbを基にテイクオフ・データを求めた場合と、最終のウェイト・アンド・バランス・マニフェストに記載されているウェイト745,000 lbを基にテイクオフ・データを求めた場合とでは、 V_R に1 ktの差があったが、 V_1 、 V_2 の各速度とATTは同じ値となった。

3.1.5.2 データ・カード作成時

(1) 同機の機長は、機内においてロード・プランナーから最終のウェイト・アンド・バランス・マニフェストを受け取り、それを確認後FEに手渡し、データ・カードの作成を依頼したが、PNFである訓練生や後席の副操縦士には依頼しなかった。同社では、FEのみがデータ・カードを作成することになっていたために、機長はFEのみにデータ・カードの作成を依頼したものと推定される。

FEは、携行している飛行機運用規程のチャートから離陸重量及び滑走路の状態を考慮して、離陸重量と同一の行に記載されている V_1 、 V_R 、 V_2 及びATTの数値を読み取ってデータ・カードを作成し、その上で更に再確認を行うが、FEが自分自身で再確認をした場合、同じ行を目で追って確認するということを繰り返し、間違いを見逃してしまう可能性があると考えられる。したがって、FEが作成したデータ・カードをFE自身が再確認するこ

とに加えて、PNFが確認をすることにより間違いを防ぐか、又は、FEとPNFがそれぞれデータ・カードを作成し、それらの数値が同一であれば、正しいものとして採用し、もし齟齬があれば、正しい数値に修正することにより間違いを防ぐかのいずれかの方法が有効であると考えられる。

- (2) FEは、フライト・エンジニア・レコードに零燃料重量を書き込んだことにより、その数値が意識に残っており、零燃料重量を基にデータ・カードを作成してしまったものと推定される。また、FEは、同機の出発が定刻より遅れていたために気が急いでおり、再確認することもなかったために、作成したデータの間違いに気付かなかったものと推定される。

零燃料重量の数値が意識に残っていて、その数値を基にデータ・カードを作成してしまうというような間違いは、誰にでもあり得るものであることから、この種の間違いを防ぐためには、3.1.5.1で述べたように、運航補助者とのブリーフィング時にプラン・テイクオフ・ウェイトを基に、データ・カードを作成し、運航乗務員間で速度の検討を行うことや、上記(1)で述べたように、ウェイト・アンド・バランス・マニフェストを基に最終的なデータ・カードを作成する場合には、複数の運航乗務員がかかわることが有効であると考えられる。

同機の出発が定刻より遅れていたのは、同機が前便として新東京国際空港へ到着するのが遅れたためであり、同機は定刻21時30分のところを、10分遅れの21時40分に移動を開始していた。このことは、15分以内の出発を定時出発とする同社の扱いとしては、定時と見なされる範囲内であったと推定される。

運航者が、定期便の運航において定時性を確保することは重要であるが、それ以前に優先しなければならないことは、安全運航の確保であることは言うまでもない。そのため、運航乗務員は、通常行っている安全上の確認行為や手順を、いかなる場合にも遺漏なく確実に実施することが必要である。

また、本事故においては、FEが時間に追われてテイクオフ・データを再確認することを失念したと推定されるが、落ち着いて通常どおりの手順で実施していれば、失念することはなかったものと考えられる。また、再確認の行為は、時間を要するものではないことから、時間的には十分に実施可能であったものと推定される。

3.1.5.3 データ・カード作成後から同機の移動開始まで

- (1) 機長は、FEにより作成されたデータ・カードのV₁124kt、V_R132kt及びV₂146ktの数値に疑問を感じることなく、それに従って、

左席の速度計のバグをセットしたものと推定される。PNFである訓練生もそれらの数値に疑問を感じることなく、データ・カードに記載されたそれぞれの数値と、機長がセットした速度計のバグの両者が、一致していることを確認しながら右席の速度計のバグをセットしたものと推定される。また、左後席の副操縦士は、それらの行為が正しく行われていることを見ていたが、データ・カードの数値に疑問を持つことなく、それらの正誤についての確認は行わなかったものと推定される。

4名の運航乗務員は、同型式機の経験を十分に有しており、2.13.2で述べた離陸重量と速度の関係を把握していれば、離陸重量が745,000lbの場合には、 V_1 、 V_R 及び V_2 は、概ね150～180ktの範囲内の値となることから、FEが作成したデータ・カードに記載された速度が異常に低いことに気付いたものと考えられる。

- (2) 2.13.3で述べたように、推力設定がRTGの場合には、745,000lbでのATTは12とされているが、データ・カードに記載されていたATTは16であった。この数値は、560,000lb以下の軽い離陸重量に適用されるものであり、離陸重量745,000lbでは16とはならないようにされていたが、同機の運航乗務員は、ATTの数値に対して疑問を抱くことはなかったものと推定される。

チャートには、ATTは、速度のデータと同一の行に記載されているために、この数値に疑問を抱くことがあれば、FEが作成したデータ・カードの記載に間違いがあることに気付いたものと考えられる。

3.1.5.4 同機の移動開始後から離陸開始まで

滑走路34Lに向かって地上走行中のタクシー・アンド・テイクオフ・チェックリスト実施時に、機長とPNFである訓練生との間でデータ・カードに記載された速度の数値と速度計のバグのセットとが、一致していることの確認は行われたが、その際に速度の数値そのものが正しいか否かの確認は行われなかったものと推定される。このときに行われる確認は、離陸前の最終のものであり、速度の数値そのものが正しいかどうかの意識を持って確認を実施していれば、数値の間違いに気付いたものと推定される。

また、このとき、データ・カードを作成したFE自身も速度の数値が間違っていることに気付かなかつたものと推定される。

3.1.5.5 同社の規程類の記載について

2.11.1で述べたとおり、同社の規程類にはデータ・カードの記入要領や、機長、

副操縦士，F Eの業務等についての記載はあるが、データ・カードに関して、F Eが作成すると受け取れる内容の記載はあるが、誰が確認するかの記載はない。このことから、F Eのみがデータ・カードの作成を行い、PNFである訓練生は、作成に関与しなかったものと推定される。

データ・カードのように運航上特に重要なものは、作成、確認を1名の運航乗務員のみ依存するのではなくて、1名の運航乗務員（本事故の場合はF E）が作成し別の運航乗務員が確認をするか、複数の運航乗務員が作成しそれぞれを照合するかのいずれかの方法により確認することが必要であると考えられる。

また、運航乗務員は、データ・カード記載の誤りのような単純なミスをおかすことを、通常は予想していないと考えられるが、十分な経験を有した者でさえもこのような誤りをおかす可能性がある。データ・カードを正しく記載することは、運航の安全確保に直結する重要な事項であるので、運航乗務員は、このような誤りをおかす可能性を考慮して運航業務に当たる必要がある。

3.1.6 離陸開始後の操縦操作

(1) 機長は、間違ったテイクオフ・データを基に離陸操作を開始し、通常の離陸手順で操作を行った。離陸操作は、ノーマル・テイクオフ・メソッドで実施され、同機は加速を開始したが、2.13.4の表の「RTG 事故当時」の欄から分かるように、ローテーション開始前の平均の加速度は4kt/sであった。この加速度は、フライト・シミュレーター試験によると、通常の加速度と比較して同程度の値となり特に小さいものではなかった。

同機がV₁に達したとき、F Eが通常より速度が遅いと感じていたが、他の運航乗務員はそのことについて何も述べていないことから、通常の離陸と変わらないと感じていたものと考えられる。このため、この時機に運航乗務員は速度の間違いに気付くことはできなかったものと考えられる。

(2) 機長がローテーションを開始後、同機の加速度は2.1kt/sとなり、これは2.13.4(2)の機体重量が重い場合の加速度2.5kt/sと比較して、やや小さい値であったが、機長はそのまま離陸を継続したと推定される。

(3) 同機がリフトオフしたのは、機長がローテーションを開始してから約11秒後であり、2.13.4(3)より、リフトオフまでに通常よりも長い時間を要していたこととなる。これは、同機がいつまでもリフトオフするのに十分な速度に達しなかったためと推定される。4名の運航乗務員はリフトオフまでに通常よりも時間を要したことを認識していたが、異常を感じることはなかったために、そのまま離陸を継続したものと推定される。

(4) 機長がローテーション操作を行った後、リフトオフするまでの間に、同機

の速度は、間違ったテイクオフ・データではあるが V_2 に達したものと推定される。2.13.4(4)で述べたように、フライト・シミュレーターによる調査から、 V_2 を正しい値に設定した場合の離陸でも、 V_2 に達した後にリフトオフすることから、このときには通常運航と同様の状態であり、運航乗務員は、特に異常は感じなかったものと推定される。また、2.1.1で述べたように、56分54秒に 7.5° まで引かれた操縦桿が、同55秒には、 5.8° まで戻され、このときのピッチ角はいずれも 11.9° であったと推定される。同56秒にピッチ角 11.5° 、操縦桿 6.6° 、同57秒のピッチ角 11.5° 、操縦桿 6.7° と変化し、このとき同機は浮揚したと推定される。これら一連の操作及び変化については、機長は、「スタンダードなローテーション・レートで操作を行い、機体はエアボーンした」と述べているが、ピッチ角が 11° を超えた同53秒ごろ、機体は、既に胴体後方下部を滑走路面に接近させ、このためにピッチ角の増加が抑えられ始めたものと推定される。ピッチ角の増加が抑えられ、 11.9° でほぼ一定となった同54秒に、機長は、機体が既にテール・コンタクトしていることに気付かないまま、ピッチ姿勢のそれ以上の増加を抑える操作を行ったものと考えられる。この操作は、テール・コンタクトを防ぐには遅すぎたが、これにより機体は約2秒間、ピッチ角を約 0.5° 減少し、このことが滑走路面に胴体後方下部が押し付けられる度合を軽減し、テール・コンタクトによる胴体後方下部の損傷を、意図せず最小限に止める結果になったものと考えられる。引き続き、同機はピッチ角 11.5° で浮揚した後、機長は改めて操縦桿を引いたものと考えられる。

- (5) ローテーション操作は、機体の速度が V_R に達したらATTまで連続的にピッチ角を増加させて行く方法で行われ、2.13.4(1)で述べたように、その操作の通過点であるピッチ角約 9.1° で機体がリフトオフすることとなる。しかし、機長は、FEが作成したデータ・カードの数値に疑問を持っていなかったこと、及び胴体後方下部を接触させる正確なピッチ角を把握していなかったことから、機体がリフトオフしなかったからといって、2.13.6で述べた、胴体後方下部を擦るピッチ角である 11.1° になる以前にローテーション操作を途中で止め、機体が浮揚するのを待つことはしなかったものと推定される。その結果、ピッチ角が胴体後方下部を滑走路面に擦る角度まで増加したものと推定される。

3.1.7 胴体後方下部擦過時の同機の姿勢、及びその時刻

21時56分53秒以前では、同機のピッチ角はまだ 11.1° に達しておらず、

2.13.6の表の値から、胴体後方下部を滑走路面に接触させることはなかったものと推定される。

21時56分54秒と同55秒に、同機のピッチ角は 11.9° となり、CASは、それぞれ151kt、152ktであった。これらの速度は離陸重量と離陸推力に見合う V_R である168ktよりも15kt以上遅く、リフトオフするにはまだ十分な速度に達していなかったために、2.13.6のオレオが通常の圧縮状態のゼロチルトに該当すると考えられ、胴体後方下部を滑走路面に接触させたものと推定される。このときの接触により、2.3.2に述べた、胴体後方下部の擦過痕を始めとする機体の損傷が発生したものと推定される。

3.1.8 失速速度とテイクオフ・データについて

2.11.3で述べたように、本事故時に使用されたデータ・カードには、 V_1 124kt、 V_R 132kt、 V_2 146ktと記載されていた。また、2.13.1で述べたように、同機の離陸重量での失速速度は146kt、スティック・シェーカー作動速度は163ktであった。

事故当時の離陸重量では、正しい V_R は168ktであり、正しくは168ktでローテーション操作を行うべきところを、機長は、データ・カードに記載されていた V_R が132ktであったため、速度が132ktを超えたときにローテーション操作を開始したと推定される。ローテーション操作を開始しても速度が失速速度である146ktを下回っていたため、機体は、2.13.4で述べた通常の6～7秒程度では浮揚せず、約11秒後、速度が160ktになったときようやく浮揚したと推定される。このことから、本事故における離陸時のリフトオフは失速速度に対し余裕のない速度で行われたものと推定される。

データ・カードに記載されていた V_2 146ktは、同機の事故当時の離陸重量における失速速度の146ktと同じ値であったために、この速度では浮揚することはなかったと推定される。同機が、リフトオフした後、高度35ftを通過したときの速度は、163ktであり、この速度は、正しい V_2 の値である175ktを下回っていたと推定される。また、離陸後は $V_2 + 10 \sim 25$ ktで上昇することとなり、事故当時の離陸重量に対応する正しい V_2 の値から計算すれば $175 + 10 \sim 25$ kt = $185 \sim 200$ ktで上昇しなければならないところを、本事故時はデータ・カードに記載されていた V_2 から求めた $146 + 20$ kt = 166kt前後の速度で上昇していたと推定される。

高度3,000ft付近で右旋回中に、右旋回のためのロール角をとったことにより、失速警報であるスティック・シェーカーの作動速度が約5kt増加し約168ktになったと推定される。そのため旋回中は、スティック・シェーカーがより作動し

やすくなり、一時的に速度が168ktを下回り、スティック・シェーカーが作動したものと推定される。

これらのことから、同機の離陸時や上昇時の速度は、失速速度に対して余裕が少なく、一般的にこのような状態で飛行した場合、飛行姿勢や風向・風速の変化によってはCASが低下して失速に陥り、更なる危険の発生さえも考えられる。

3.1.9 スティック・シェーカー作動時の対応操作について

同機が高度約3,000ftに達し、最初の旋回を開始し、スティック・シェーカーが作動したと考えられるころ、上昇率の減少が見られ、速度は、一時的に約10kt増加したが、本来の上昇時の速度である195ktよりも約20kt遅い175ktであった。このとき、機長は、推力を増加させるための操作は行わなかったものと推定される。この場合、訓練で行われているように、ピッチ角を下げるとともにスラスト・レバーを前方に進めて推力を増加させる等の失速からの回復操作を実施することが、より安全な対応であったと考えられる。

3.1.10 エンジンが故障した場合の可能性について

事故時には、正しい離陸決定速度の V_1 である156ktに達する前に、1発動機が不作動となった場合には、離陸を中止すべき状況にあった。しかし、離陸決定速度 V_1 が誤って124ktに設定されていたため、仮に124ktに達した後で156ktに達する以前に1発動機が不作動となった場合には、離陸が継続される状況にあった。このような状況で離陸を継続した場合には、1発動機が不作動になったことにより加速が低下し、離陸のための十分な速度に達するのに時間を必要とするため、滑走路長に余裕がない場合や、滑走路に近接した離陸経路下の物件によっては、危険な状態に陥ることが考えられる。

なお、新東京国際空港の滑走路34Lは、滑走路長が4,000mあり十分な長さを有するため、本事故時の離陸においては、上記の危険性はなかったものと推定される。

4 原因

本事故は、同機が新東京国際空港を離陸した際、適正な速度より遅い速度でローテーションを開始したため、リフトオフが遅れ、胴体後方下部を滑走路面に接触し損傷したことによるものと推定される。

なお、適正な速度より遅い速度でローテーションを開始したことについては、以下の要因が関与したものと推定される。

- (1) F E が、データ・カードを作成した際に、離陸重量ではなく誤って零燃料重量に対応する離陸速度及び機体姿勢を読み取って、データ・カードを作成し、再確認をしなかったために間違いに気付かなかったこと
- (2) 機長、PNFである訓練生及び副操縦士が、F E が作成したデータ・カードの速度の数値に何ら疑問を持たなかったこと
- (3) 同社において、データ・カードの作成は、F E のみにより行われ、他の運航乗務員が作成や確認にかかわることがなかったこと

5 所 見

本事故は、同型式機における十分な飛行経験を有する、機長、訓練生、副操縦士及びF E が搭乗していたにもかかわらず、F E が作成したテイクオフ・データ・カードの間違いに気付くことなく離陸し、胴体後方下部を滑走路面に接触させたものである。

事故時の同機の離陸重量及び離陸推力に対応した適正な速度より30kt以上遅い速度でローテーション操作を開始し、上昇速度も適正な速度より30kt以上遅かったために、飛行姿勢や風向・風速によっては更なる危険の発生さえも考えられる状況であった。

これらのことを踏まえて、テイクオフ・データ・カードなどの運航上重要なデータは、運航補助者とのブリーフィング時に、予想される離陸重量で作成し、運航乗務員間で概数を把握しておくことや、機内で最終の離陸重量を基に作成する場合には、1名のみで作成と確認を行うことなく、複数名がかかわることなどの方法によりチェック機能を充実させることが重要である。

また、本事故においては、飛行経験を十分に有する運航乗務員が、データ表の見べき行を間違い、さらに、出発が遅れている状況下で、気が急いで再確認を失念していたと推定されることから、運航乗務員の一人一人が、このような間違いや失念を、誰もが起こし得る可能性があることを自覚して、いかなる状況下にあっても、安全上必要な操作手順や確認を確実に実施することが必要である。

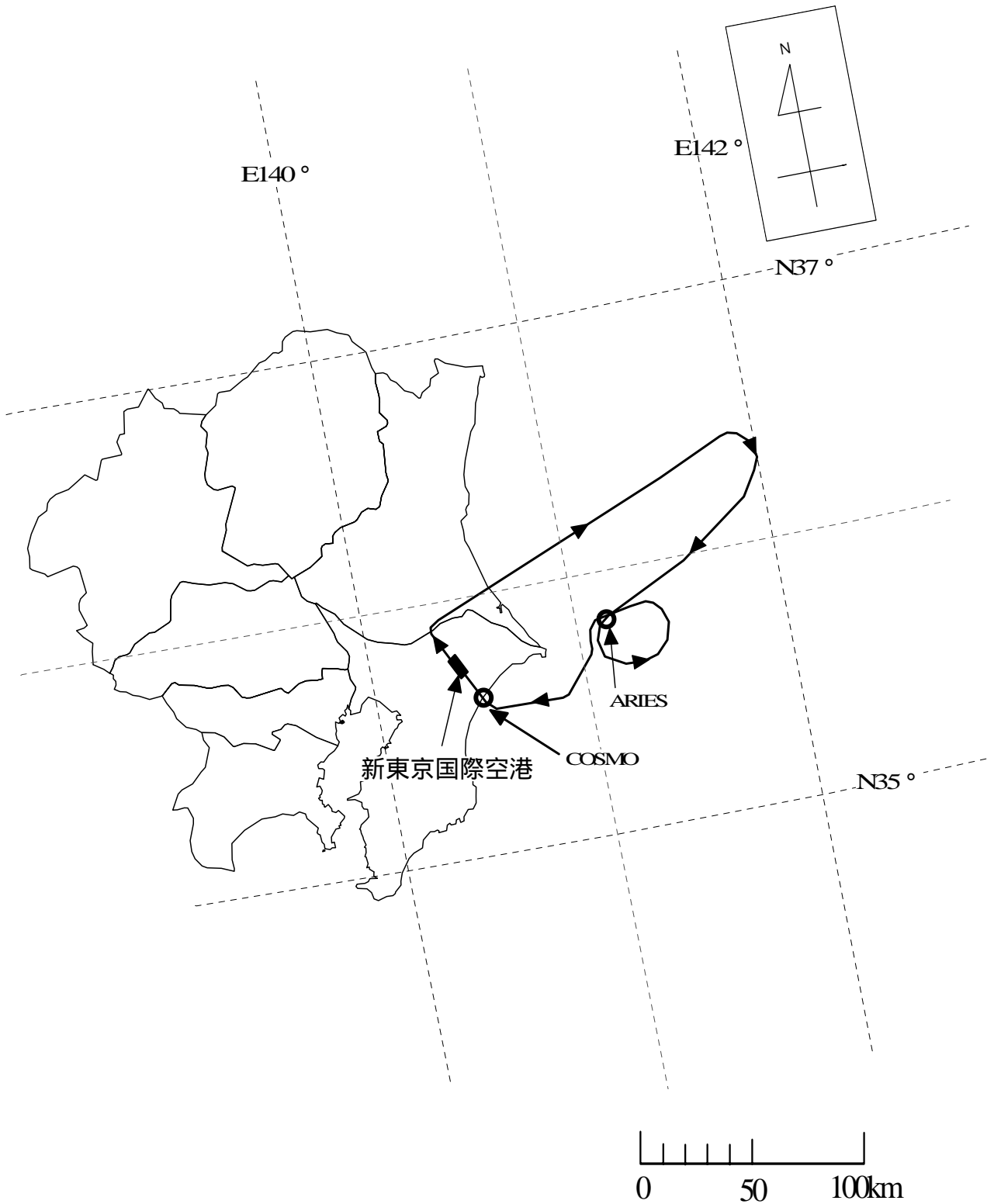
また、運航者は、同様の事故が発生しないように、より一層の安全を確保するための対策を講じるとともに、運航乗務員に対し周知徹底を図る必要がある。

6 参考事項

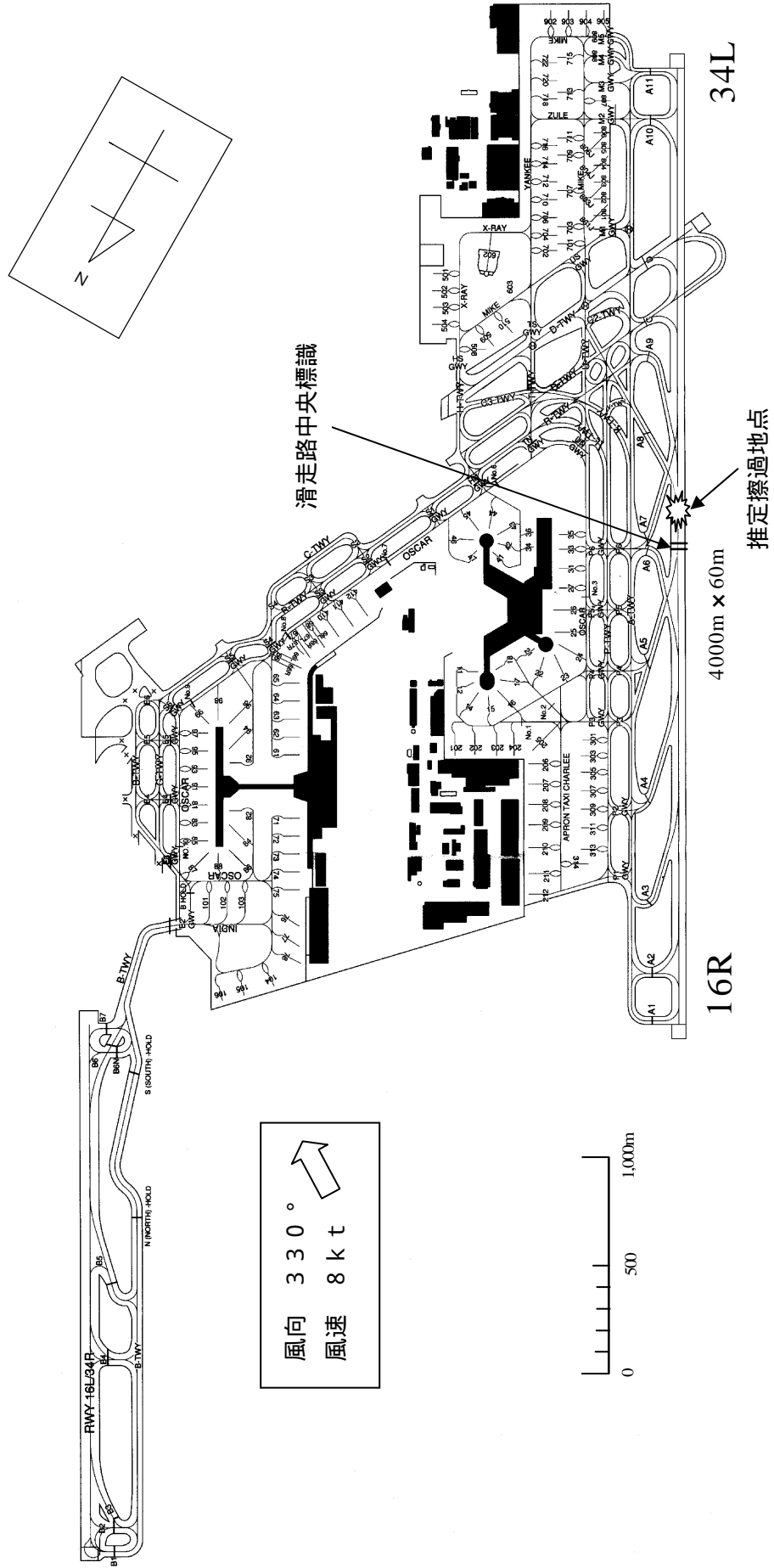
本事故を受けて、日本貨物航空株式会社は、平成15年12月12日付けで再発防止策として以下の内容のBULLETINを発行し運航乗務員に周知徹底を図った。

FEが作成したTakeoff Data Cardに関し、PNFによる確認を追加すべく通常操作手順の該当箇所を改正する。また、Landing Data Cardについても同様にPNFによる確認を追加する。

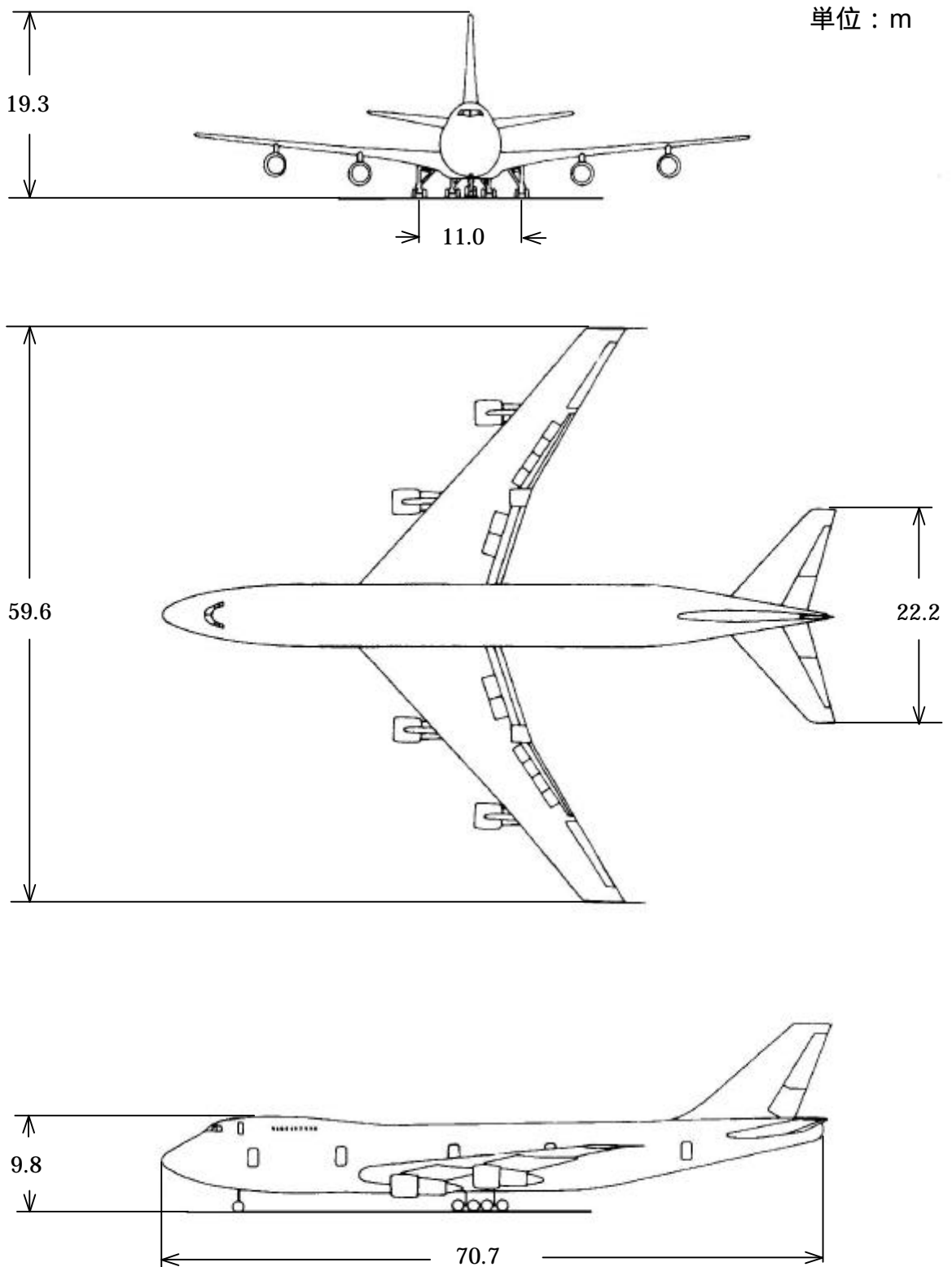
付図1 推定飛行経路図



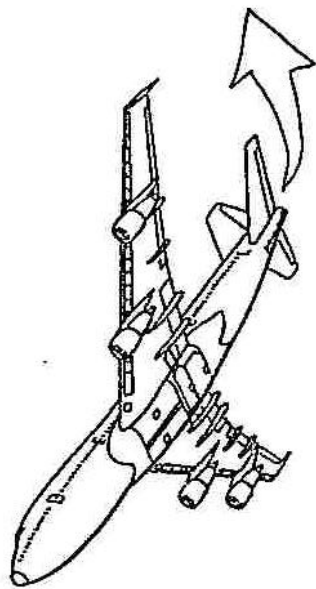
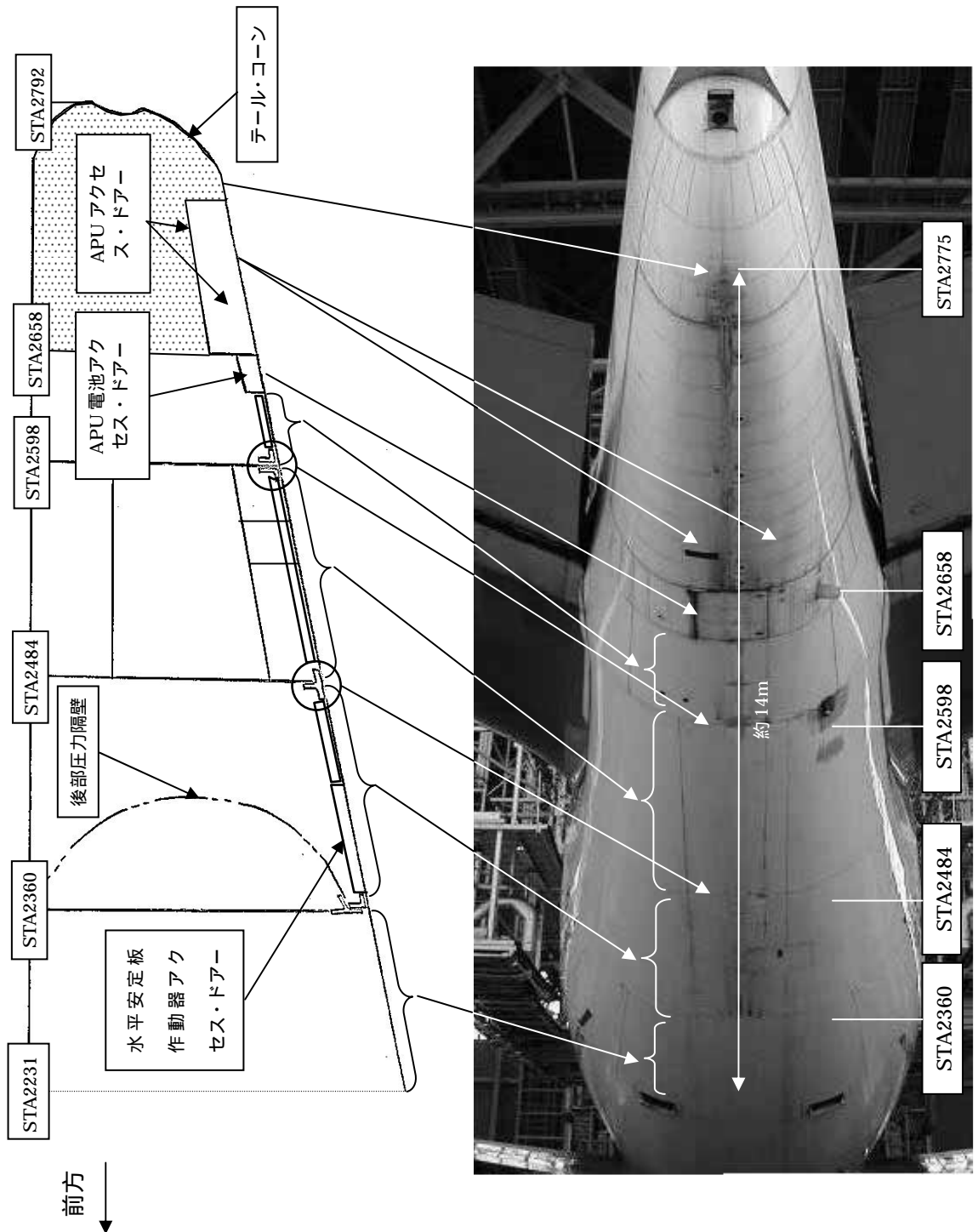
付図2 推定擦過地点図



付図3 ボーイング式747-200F型三面図



付図4 損傷位置



付図5 F E が使用したデータ表

RTG II
FLAP 10

ANA / NCA
飛行機運用規程

BOEING-747 50E2
OPERATIONAL DATA
TAKEOFF & LANDING

NOTE: SHADED AREA SHOWS V₁ AND/OR V_R IS LIMITED BY V_{MCG}.

TAKEOFF SPEED
DRY/WET
SNOW/ICE/SLUSH/FLDD
(NORMAL RANGE)

V ₁ ADJUSTMENT (V ₁ MUST NOT BE LESS THAN V _{MCG})	WIND	-2KT/5KT TAIL
	SLOPE	-2KT/1% DOWN

P. ALT (-1000FT TO 999FT)

OAT (-54°C TO 32°C) (-65°F TO 90°F)

V ₁							WET		DRY	GROSS WT × 1000 LB	V _R	V ₂	CLM ATT	
G	MG	15 / 11mm			35 / 25 70 / 50		NG	G	3				4	
		M	MP	P	6mm	12mm								ENG
		2mm			6mm	12mm								
		SLUSH			SLUSH	SLUSH								
						FLDD								
158	156	153	149	144	148	155	159	163	168	833	182	188	11	14
157	155	152	148	143	147	154	158	162	167	830	181	187	11	14
155	153	150	145	141	145	152	157	161	166	820	180	186	11	14
153	151	148	144	139	143	150	155	159	164	810	178	184	11	14
151	149						54	158	163	800	176	183	12	14
149	147						53	157	162	790	174	181	12	14
148	145						52	156	161	780	173	180	12	15
146	143						50	155	159	770	171	178	12	15
144	141						49	154	158	760	170	177	12	15
142	139						48	152	156	750	168	175	12	15
140	137						47	151	155	740	166	174	12	15
138	135	132	128	123	127	135	145	149	153	730	164	172	12	15
136	133	130	126		124	133	143	148	152	720	163	171	13	16
134	131	128	123		123	131	141	146	150	710	161	170	13	16
132	129	126			129	140	140	145	149	700	159	169	13	16
130	127	123			126	138	138	143	147	690	157	167	13	16
128	125				124	136	136	141	146	680	156	166	13	16
126	123				123	134	134	139	144	670	154	164	13	16
124						132	132	138	143	660	152	162	14	16
123						130	130	135	141	650	150	160	14	16
						128	128	133	139	640	149	159	14	17
						126	126	131	137	630	147	157	14	17
						124	124	129	136	620	145	156	14	17
						124	124	127	134	610	143	154	14	17
						123	123	125	132	600	142	153	15	17
						124	124	130	140	590	140	151	15	17
						123	123	129	139	580	138	150	15	17
						127	127	136	145	570	136	149	15	17
						126	126	135	144	560	134	148	16	18
						124	124	134	143	550	132	146	16	18
						123	123	133	142	540	131	145	16	18
						123	123	132	141	530	129	144	16	18
						123	123	131	140	520	127	144	16	18
123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	510	125	143	16	18
										500	124	143	16	19

採用すべきであった
正しい数値
750と740の平均

F E が間違えた数値

付図6 使用されたテイクオフ・データ・カード

(ほぼ原寸大)

NCA - 62

WT 745,000

FLAPS 10

MAX I II II - 2

N1 107.0

V1 124

V R 132

V2 146

ATT 16

STAB TRIM 5 1/2 DN ~~MIN~~ UP

FUEL DUMP 35 MIN

TEMP 17 °C °F

QNH 29.71 in Hg hPa

FLAPS	SPEED
10	<u>166</u> (V2+20)
<u>5</u>	<u>186</u> (V2+40)
1	<u>206</u> (V2+60)
<u>0</u>	<u>226</u> (V2+80)

B-747 TAKEOFF DATA
FORM OP-3 (DEC 20/93)

離陸重量

使用する離陸推力
RTG

離陸時のN1

正しい数値

V1 156

V R 167

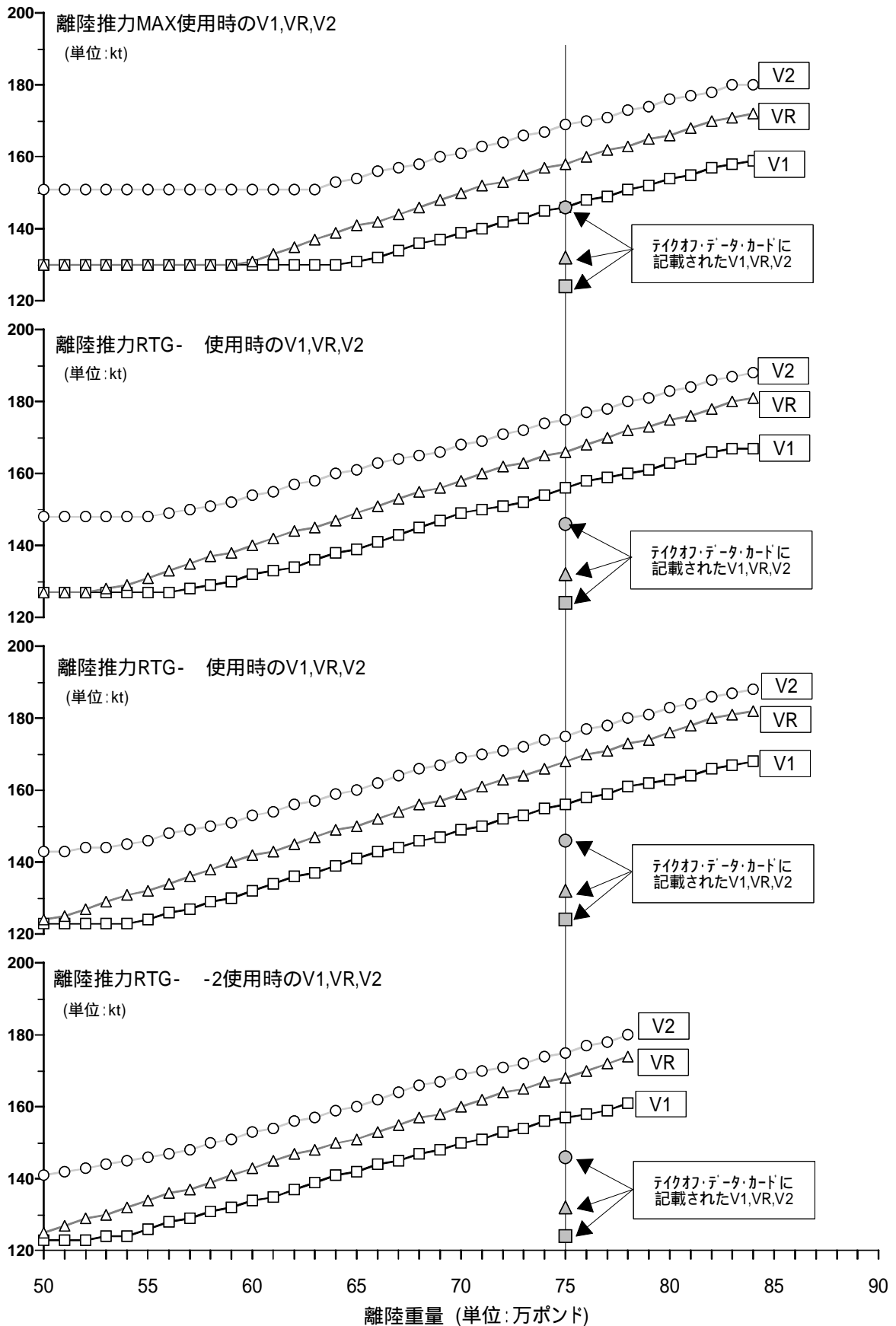
V2 175

ATT 12

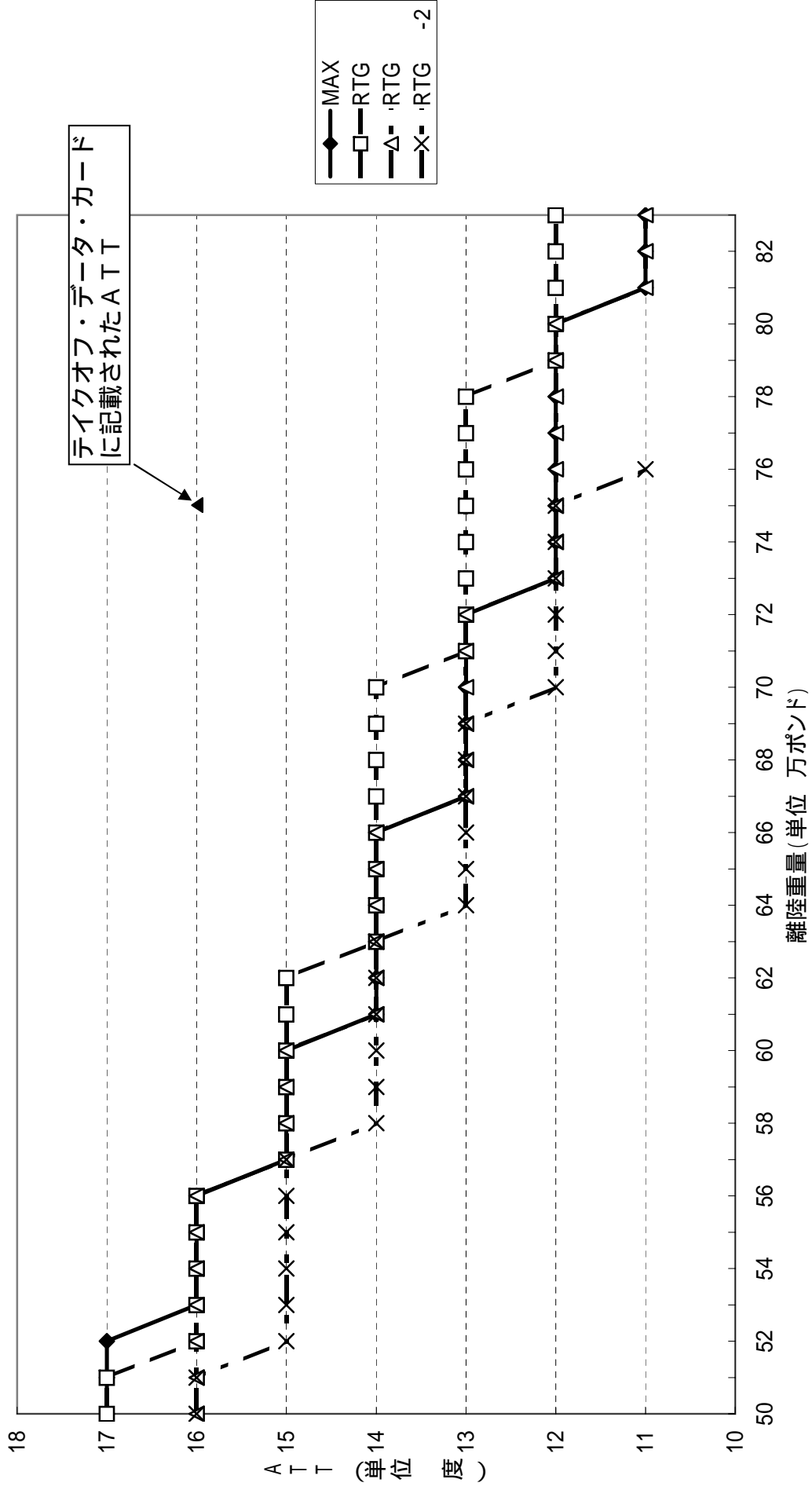
ATTは、3エンジン
での上昇姿勢

燃料投棄に必要な時間

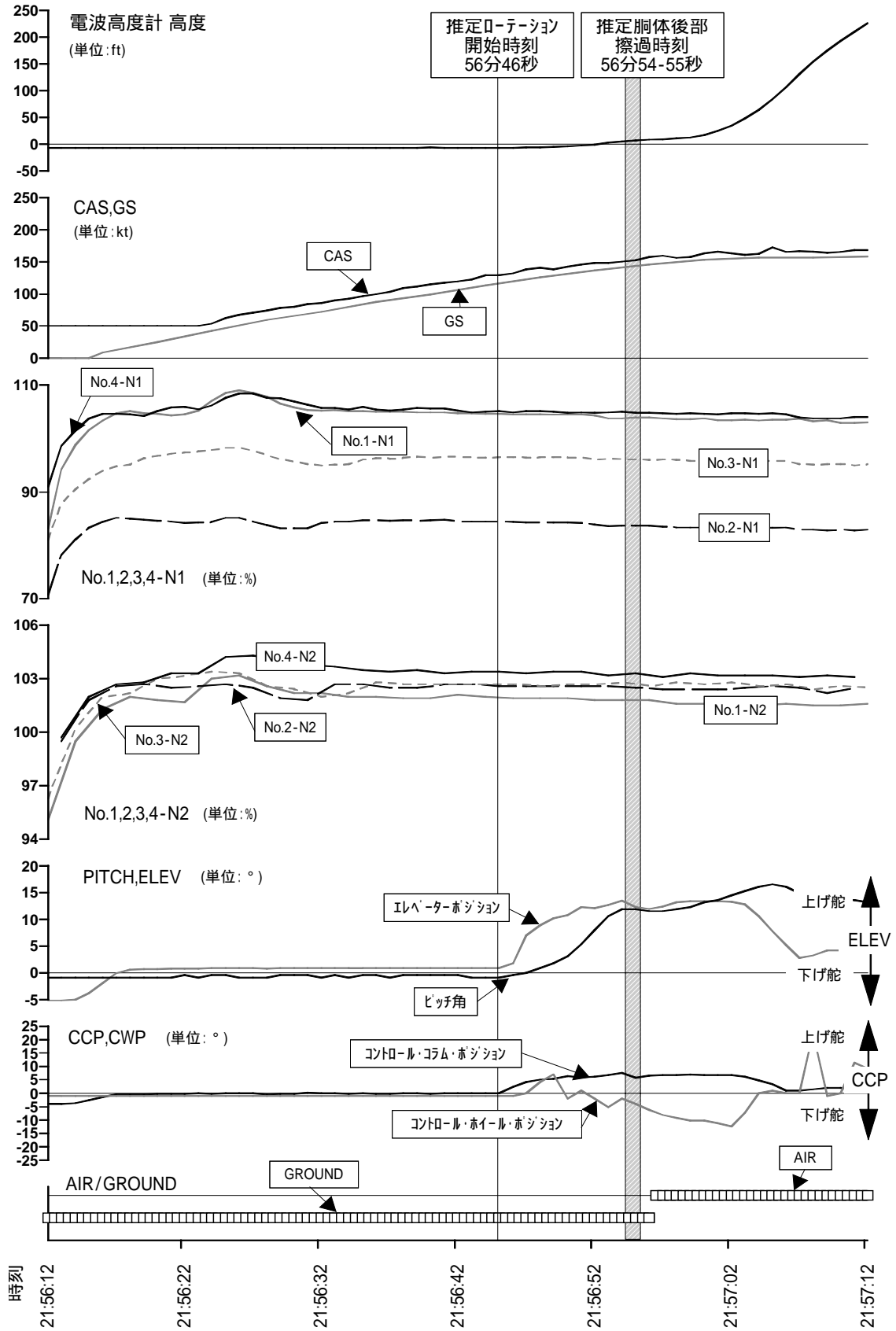
付図7 離陸重量とV₁、V_R、V₂の関係



付図8 離陸重量とA T T(3エンジンの関係)



付図 9 - 1 DFDR 記録 1



付図9 - 2 DFDR 記録2

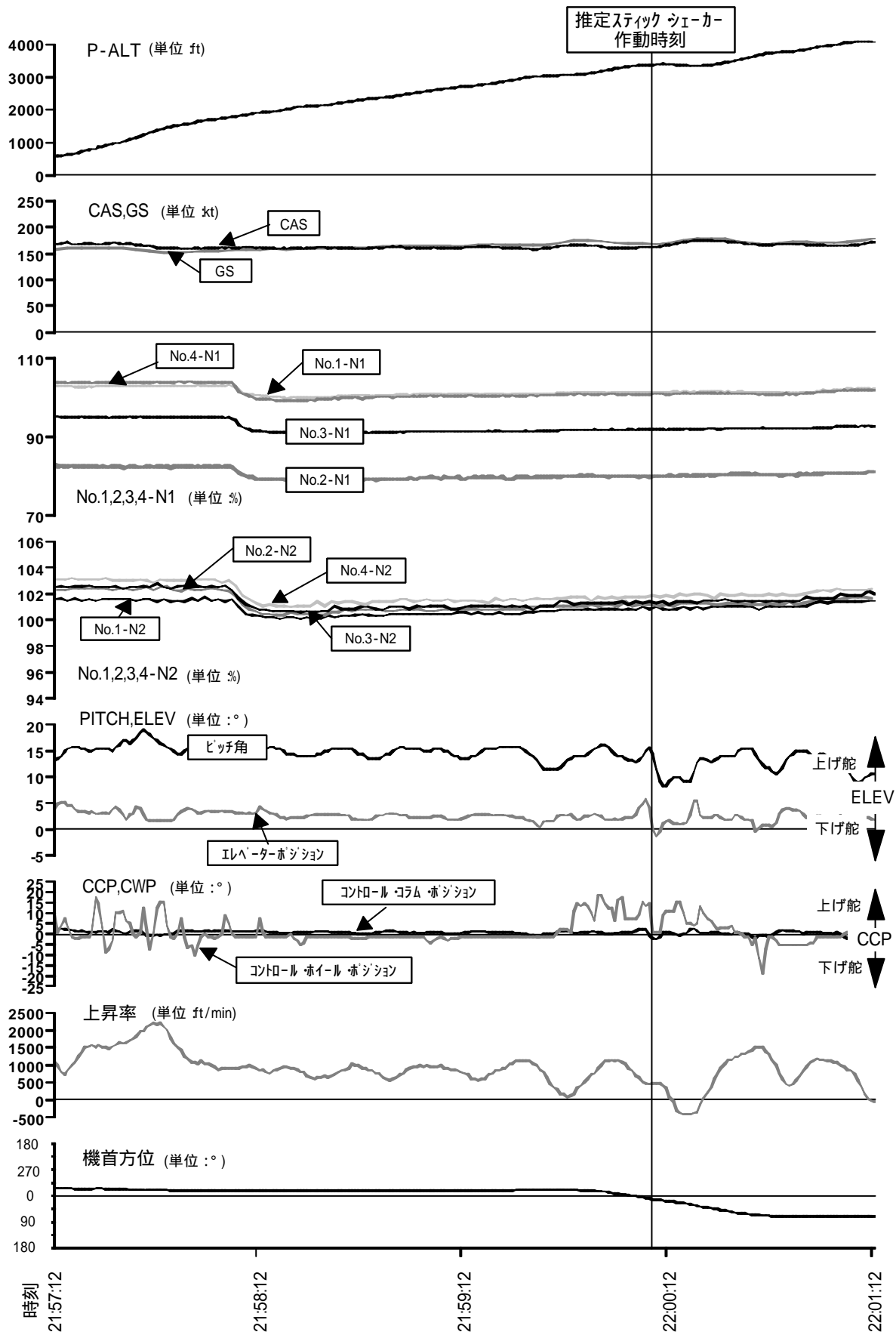


写真1 損傷箇所



参 考

本報告書本文中に用いる解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 事実を認定した理由」に用いる解析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

断定できる場合

・・・「認められる」

断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

可能性が高い場合

・・・「考えられる」

可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」