航空事故調査報告書

日本アジア航空株式会社所属
ダグラス式DC-8-62型JA8031
那　覇　空　港
昭和59年４月19日

昭和６０年８月７日
航空事故調査委員会議決（空委第１９号）

委員長　八田桂三
委　員　榎本善臣
委　員　糸永吉運
委　員　小一原　正
委　員　幸尾治朗

１　航空事故調査の経過

1.1　航空事故の概要

日本アジア航空株式会社所属ダグラス式ＤＣ－８－６２型ＪＡ８０３１は、昭和５９年４月１９日、同社定期２９２便（台北－那覇）として那覇空港の滑走路１８への着陸進入中、１２時２４分ころ着陸復行したが、同滑走路末端から約３５０メートル手前の進入路指示灯に接触した後上昇し１３時０４分着陸した。同機には旅客１２３名（幼児１名を含む）乗務員８名計131名が搭乗していたが、死傷者はなかった。

同機は小破したが、火災は発生しなかった。

1.2　航空事故調査の概要

1.2.1　事故の通知及び調査組織

航空事故調査委員会は、昭和５９年４月１９日運輸大臣から事故発生の通報を受け、当該事故の調査を担当する主管調査官及び１名の調査官を指名した。なお昭和６０年３月１日人事

異動により主管調査官を指名変更した。

当該事故に関し専門の事項の調査のため、次の２名の専門委員が航空事故調査委員会に置かれた。

防衛大学校教授　　中山　　章

気象資料の解析のため

科学技術庁航空宇宙技術研究所飛行実験部長　　別府　護郎

飛行性能の解析のため

1.2.2　調査の実施時期

昭和59年4月20日～21日	現場調査
昭和59年10月29日～60年7月31日	気象資料の解析
昭和59年12月24日～26日	現場再調査
昭和60年1月10日～7月31日	飛行性能の解析
昭和60年5月16日～5月31日	ＦＤＲの衝撃試験

1.2.3　原因関係者からの意見聴取

原因関係者として機長及び副操縦士から昭和60年8月5日意見聴取を行った。

2　認定した事実

2.1　飛行の経過

ＪＡ8031は、同社定期292便（台北－那覇）として、旅客123名、乗務員8名（うち1名はライン・モニタ）が搭乗し、昭和59年4月19日11時25分、右席の副操縦士の操縦により、台北中正国際空港を離陸し、航空路Ｒ－83、高度ＦＬ290で那覇に向かった。同機は11時48分ボルド（位置通報点）において那覇コントロールと交信を始め、那覇空港の視程は400メートルであるとの情報を入手した。同機は承認を得てビシス（位置通報点）の40海里手前から降下を始めた。同機は12時05分ビシスを通過するころ、ATIS（飛行場情報放送業務）により「風向風速200度／12ノット、視程5キロメートル、雲　5/8 1,000フィート、4/8 2,000フィート、7/8 8,000フィート、気温／露点温度24度C／22度C、ＱＮＨ29.71インチ／水銀柱、滑走路18ＰＡＲ」との情報を入手した。その後沖縄アプローチと交信し、レーダー・ベクターにより雲中飛行で降下進入を続けた。同機は薄い雲の中を高度1,000フィートで水平飛行に移り、12時17分那覇の北約20海里の地点で那覇GCAと交信を始

め、その後12時21分8海里の地点（接地点からの距離以下同じ）でGCAファイナル・コントローラーに引継がれた。当時GCAから入手した風向風速は240度5ノットであった。

同機は6海里付近で脚を下げフラップ35度とし、4海里付近で降下を始めるとともにフルフラップ50度にしたところ、ややバルーニング気味となり降下率が少なくなった。当該進入中同機がGCAから入手した情報は約4海里の地点で風向風速が310度3ノット、2～3海里の地点では330度4ノットであり、いずれも「グライドパスより高い。」であった。

運航乗務員は高度700フィートで雲の下に出て滑走路の半分位手前部分、進入路指示灯及びVASISの手前2灯の白灯（他の灯火の色は不明）を視認した。機長は高度500フィートで、500とコールし副操縦士は「スタビライズ」と答え、高度363フィートで機長は「アプローチ・ミニマム」とコールし、副操縦士は「チェック」と答え、次いで高度263フィートでは機長の「ミニマム」のコールに対し、副操縦士は手前のVASIS、進入路指示灯及び滑走路の進入末端付近を視認して「ランディング」と答えた。その直後雨が激しくなり、レイン・リムーバルは入れていたが進入路指示灯がぼやけてきたので、機長は「アイハブ」とコールして副操縦士と操縦を交代した。そのころ航空機関士は高度200フィートのコールを行った。その後さらに雨が激しくなり進入路指示灯もVASISも視認できなくなったので、機長は「ゴー・アラウンド」とコールし、エンジン出力を増大して復行操作を行った。副操縦士及び航空機関士によるとその時の高度は約50フィートであった。出力がゴー・アラウンドEPR1.81まで加速し切らないうちに同機は軽いショックをうけ、第2エンジン計器の指示が低下し、航空機関士は第2エンジン故障と報告した。時刻は12時24分ころであった。副操縦士は主車輪が滑走路についたかと思ったと述べていたが、同機の第2エンジン下部が、接地点から約670メートル手前の進入路指示灯と接触した。また運航乗務員は当該進入中に機体の沈みは感じなかったと述べている。

なおGCAは12時23分11秒に「Turn right 188、again 188、on course、on glide path、2 miles from touch down report runway in sight, on glide path, 同23秒に「188 on course, turn right heading 190, on course, going below glide path slowly, adjust rate of descent」同28秒に「slightly left of course, right heading 190, very slightly left of course, below glide path, adjust rate of descent, 1 mile from touch down, 同38秒に「Now guidance limit（高度215フィート）、take over visually if runway not in sight, execute missed approach, wind 330-8, acknowledge, と送信したが同機からの応答はなかった。

進入路指示灯と接触した同機は機首を左に変針しつつ上昇し、その間にフラップ23度に、次いで脚を上げた。同機は高度900フィート位に達したころ、エンジン故障チェックリストによる点検を行い、同エンジンを停止した後、レーダー誘導により2,000フィートまで上昇するとともに会社周波数を通じて滑走路の点検を依頼した。12時33分風向の変化に伴い、滑走路18は閉鎖され、12時45分滑走路36の運用が開始された。その後同機は高度300フィートでローパスを実施し、地上から脚及びエンジンの目視点検をうけ、第2エンジンカバーが外れていること以外異常のないことが確認された。

同機は高度3,000フィートまで上昇した後、12時56分緊急着陸を要求し、ILSにより滑走路36に13時04分着陸した。同機は駐機場まで自力で滑走し13時10分所定の位置に停止した。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

小破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

第1エンジン

第1段ファン・ブレードに破片による損傷

第2エンジン

エンジン・インテーク・カウルは下半部が変形分離前方及び後方エンジン・カウリングはヒンジ部から脱落

エンジン排気ノズル及びスラスト・リバーサは取付部から脱落

アクセサリ・ギヤ・ボックス破損

左翼フラップ

内側フラップ一部欠損

外側フラップ進入路指示灯部品がくいこみ破損

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

滑走路18側末端から350メートルまでに進入路指示灯9パレット(1パレット5灯)が

設置されており、その滑走路から１番離れたものから３バレットが損壊した。先端部バレット（滑走路表面からの高さ2.5メートル）は灯柱コンクリート架台が曲損し、灯器ゴムトランス函とも飛散、２番目のバレット（高さ2.15メートル）は灯柱コンクリート架台がひび割れし灯器及びゴムトランス函とも飛散、３番目のバレット（高さ1.85メートル）は灯器１灯が飛散し、さらにこれら３バレット間のケーブルが切損していた。

2.5　乗組員その他の関係者に関する情報

(1)　機長　　男性　４４才

定期運送用操縦士技能証明書　第１５７９号

昭和４７年２月５日　取得

限定事項　　ＤＣ－８型　　昭和４７年８月４日　取得

Ｂ－７４７型　　昭和５０年９月１１日　取得

第１種航空身体検査証明書　第１２５４２７７０号

有効期限　　昭和５９年６月２３日

総飛行時間　　８,８１７時間

同型式機による飛行時間　　３,５１３時間

最近３０日間の飛行時間　　５４時間

(2)　副操縦士　　男性　３３才

事業用操縦士技能証明書　第４９５７号

昭和４９年３月２２日　取得

限定事項　　ＤＣ－８型　　昭和５６年１月９日　取得

第１種航空身体検査証明書　第１２５４１６７８号

有効期限　　昭和５９年６月３０日

総飛行時間　　１,１８０時間

同型式機による飛行時間　　８７７時間

最近３０日間の飛行時間　　２１時間

(3)　航空機関士　　男性　２９才

航空機関士技能証明書　第２０６２号

限定事項　　ＤＣ－８型　　昭和５６年７月１日　取得

第２種航空身体検査証明書　第２２５４０８２７号

有効期限　　昭和６０年３月３１日

総飛行時間　　1,286時間

2.6　航空機に関する情報

2.6.1　航空機

型　　式　　ダグラス式DC－8－62型

製造番号　　第45953

製造年月日　　昭和43年4月4日

耐空証明　　第東58－274　　昭和58年8月17日

総飛行時間　　47,778時間

オーバホール（昭和55年12月1日）後の飛行時間　6,376時間

2.6.2　重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は218,000ポンド、重心位置は26.7％MACと推算され、いずれも許容範囲（最大着陸重量240,000ポンド、事故当時の重量に対応する重心範囲19％～31％MAC）内にあったものと認められる。

2.6.3　燃料及び潤滑油

燃料はジェットA－1、潤滑油はモービルMJO－2でいずれも規格品であった。

2.7　気象に関する情報

(1)　那覇航空測候所による天気概況は次のとおりである。

西日本に中心をもつ低気圧に伴う寒冷前線は、南西諸島沿いにのび、台湾南部に達していた。このため沖縄本島地方は、当日の明け方から雨となり、午前8時過ぎから午後2時ころにかけて時々強いしゅう雨及び一時的な悪視程現象があった。

(2) 同所の観測値は次のとおりである。

観測時間	11:48	11:56	12:10	12:25	12:37
風向/風速(度/ノット)	200/12	200/12	220/10	変動/05	300/12
視程(メートル)	400	5,000	8,000	800 R1,100	4,000 R1,600
天気	強いしゅう雨	強いしゅう雨	しゅう雨	強いしゅう雨	しゅう雨
雲量	5/8 4/8 7/8	5/8 4/8 7/8	5/8 3/8 7/8	5/8 7/8	5/8 7/8
雲形	CU CU AC	CU CU AC	CU CU AC	CU CU	CU CU
雲高(100フィート)	020 010 080	020 010 080	015 007 080	007 010	007 010
気温/露点(度)		24/22		24/23	
QNH(インチ)(水銀柱)		29.71		29.69	
記事					風向変動 250-350

(注) R : RVR 滑走路視距離

CU : 積雲

AC : 高積雲

(3) 同所の自動記録計による記録値は次のとおり。

ア. 風向風速

観測時間	12:00		12:10		12:20		12:30		12:40	
観測地点(滑走路36側/18側)	36	18	36	18	36	18	36	18	36	18
風向(度)	200	200	220	210	220	290	270	310	330	330
風速(ノット)	12	07	10	10	07	09	09	14	14	14

イ. 降雨量(測定地点は滑走路の中央付近)

12:00－12:10(10分間) 0.0ミリメートル

12:10－12:20(〃) 0.0 〃

12:20－12:30(〃) 5.5 〃

12:30－12:40(〃) 4.0 〃

12:40－12:50(〃) 0.0 〃

12:50－13:00(〃) 1.0 〃

10分間最大降雨量は12:25－12:35に9.0ミリメートル、1時間最大降雨量は

12時ー13時に10.5ミリメートル、降雨強度の最大は12時29分の76ミリメートル/時間であった。

(4) 12時00分に同所から出された悪視程に関する飛行場情報は次のとおりである。

「活発な寒冷前線が接近しており、13時から14時にかけて当空港を通過する見込みです。当空港では、この前線に伴う発達した積乱雲の影響で時折強い雨と共に突風が南西の27ノット内外、視程は400メートル、雲底は400フィートに下がる見込みです。」

(5) JA8031の復行前に着陸したDC－8機長（12時11分着陸）及びB－747機長（12時14分着陸）によると、いずれもグライドスロープ上はほぼスムースで風は余りなかったとのことである。B－747機長は1,000フィートでフラップをおろし始めたころ雨が瞬間的に激しくなったので出力を加えたとのことである。

2.8 航空保安施設に関する情報

同空港にはPAR，ASR，VORTAC及びNDBがあり、滑走路36に対してはこれらの他にILSが設置されていた。

昭和59年4月24日滑走路18に対するPAR及び関連航空灯火についての飛行検査を行った結果、破損部を除きいずれも良好でその誤差は許容範囲内であった。なお当該機が進入した滑走路18へのPARの決心高（誘導限界）は215フィートであり、同社の運航規程に定められている最低気象条件は高度263フィート、RVR 1,200メートルである。

2.9 飛行場及び地上施設に関する情報

滑走路36/18は2,700メートル×45メートル、過走帯が両側に60メートル×45メートルのいずれもアスファルトコンクリート舗装であり、滑走路36側には進入灯が滑走路末端から750メートル、滑走路18側には進入路指示灯が、同末端から350メートル設置されている。滑走路18側は9バレット（1バレット5灯）あり、4バレットは陸上の過走帯に5バレットが海中に設置されており、1番外側のバレットの高さは滑走路面から2.5メートルである。

2.10 飛行記録装置及び音声記録装置に関する情報

同機にはユナイテッド・データコントロール社製FA－542型S/N4628飛行記録装置（以下FDRという。）及びコリンズ社製642C－1型S/N947操縦室用音声記録装置（以下CVRという。）が装備されていた。両装置とも機体後部に設置されており回収されたが、

CVRは同機が進入路指示灯と接触した後約40分間飛行して着陸したため、事故当時の録音は消去され、当時の情況を知ることはできなかった。

FDRのすべてのパラメーターは明瞭に記録されており、同装置は正常に作動していた。FDRの読み取りは、FDR本体を機体に装着する前に測定した較正データを用いて行ない、高度についてはQNH 29.69インチ/水銀柱で補正した。なお、時間軸については同機が進入路指示灯に接触したと考えられるときの垂直加速度が振れるところ、機首方位が急激に変化するところ、高度記録が最低となる位置、対気速度が振れるところの各打刻位置とそれぞれの最終打刻位置との距離がほぼ一致したため、この位置を接触時と考え0秒とした。その記録は別添1のとおりである。

2.11 試験及び研究

2.11.1 FDRの衝撃試験

FDRの高度を読み取った際、事故機が進入路指示灯に接触したと思われるときの高度の打刻の1個がその前後の打刻から大きく変位しており、又この時間に対応する垂直加速度の記録も大きく振れていた。この大きな高度の変位は、気象学的には考えにくく、その原因として同機が進入路指示灯に接触した際FDR本体に衝撃が加わったことによるものと考えられる。このためFDRの衝撃試験を次の要領で行った。

同機のFDR本体を台車に乗せ、垂直加速度、機首方位、対気速度、高度の各キャリブレーション用の信号を接続して作動状態とし、FDR本体の上下、左右、前後方向に自動記録加速度計を取り付け、異なった強度の衝撃を加えた。

この結果、FDR本体に衝撃を加えると、サーボ・モータを用いて記録する垂直加速度及び機首方位の記録については大きな針とびは見られなかったが、ベローズ内に空気を導いて記録する対気速度と高度の記録は、衝撃の強度に比例してかなり大きい針とびを起こすことが判明した。

同機の接触時と思われるときに記録された垂直加速度とほぼ同等な衝撃をFDR本体の上下方向に加えた場合、高度についてはほぼ同程度の打刻の変位が認められたため、大きく変位した1個の打刻については事故当時の高度を正確に記録されているとは認めがたく、FDRの高度記録はこの1個の打刻を除外した。

2.11.2 地面効果の修正

FDRの記録から求めた対気速度及び高度については、地面効果による誤差の修正を行なった。その結果は別添1のとおりである。

地面効果による高度の修正値（△h）、速度の修正値（△V）は下式により求めた。この式は次の文献より引用した。

引用文献 ： Analysis of Flight Test Measurements in Ground Effect by E.K.Purks & R.C.Wingrore
Presented at the 11th Annual Symposium of the Society of Flight Test Engineers, Atlanta, Georgia, August 27－29, 1980

$$\frac{\triangle V}{V_\infty} = \frac{C_L \cdot \left(\frac{2h + h_s + Z_w}{b}\right)\left[1 + \left(\frac{2(h + Z_w)}{b}\right)^2\right]}{\Pi^2 A \left(\frac{d_w}{b}\right)^2 \left[1 + 25.94\left(\frac{d_w}{2b}\right)^2\right]^{1/2}\left[0.8 + \left(\frac{2(h + Z_w)}{b}\right)^2\right]} \quad \cdots\cdots\cdots (1)$$

$$\triangle h = \frac{V_\infty^2}{g} \cdot \left(\frac{\triangle V}{V_\infty}\right) \quad \cdots\cdots\cdots (2)$$

$d_w = [(2h + h_s + Z_w)^2 + X_w^2]^{1/2}$

$X_w = X_0 + 0.08 \cdot b \cdot \tan\Lambda$

X_0 ： 1/4 root chord からstatic portまでの距離

Zw ＝主翼の空力中心と車輪との距離

V_∞ ： 地面効果の影響を受けない速度

C_L ： 揚力係数

b ： 翼巾

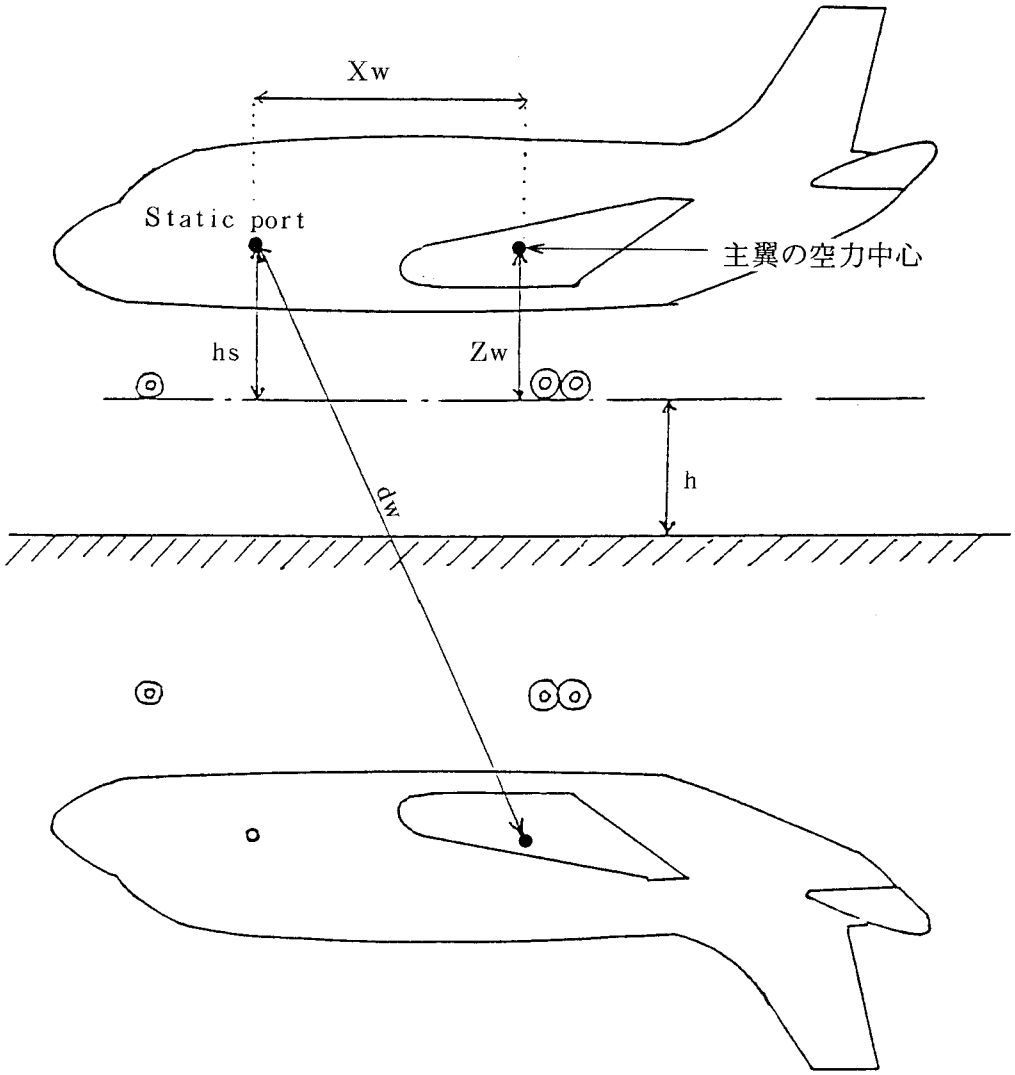
A ： アスペクト比

Λ ： 後退角

$\left.\begin{matrix} h \\ hs \end{matrix}\right\}$ は右図による。

なお、本機の場合　b＝43.3メートル、A＝7.03である。

453010



453011

地面効果修正の計算は次のようにして行なった。

まず、FDRで示される高度 h_F の点を取り出す。

その時の加速度を α_g 速度を V_F とする。

C_L を次式により求める。

$$C_L = \frac{\alpha_g W}{\frac{1}{2} \rho S V_F^2}$$

ρ ： 空気密度

W ： 飛行重量

S ： 主翼面積

(1)、(2)式を用いて（ただし、C_L は上の計算値を用いる） h を種々変化させて △h、△Vを求める。

この中から $h + Z_W - \triangle h = h_F$ となる △h、△Vを取り出し

この $h_F + \triangle h$、$V_F + \triangle V$ が地面効果の修正された高度、速度とした。

この計算を1秒おきに読み取られた h_F について行なった。

なお姿勢角の変化については、機首上げ10度でも約2フィート位の影響しかないので水平として計算した。

2.11.3　気象学的考察

接触事故が発生したと思われる12時23分～24分の那覇空港滑走路18末端から北2マイル以内、高度200フィート以下の風及び雨を中心に那覇航空測候所、沖縄気象台（滑走路18末端から60度4.5キロメートル）の観測資料及びレーダーエコー図（レーダーサイトは滑走路末端から115度13.3キロメートル）等を用いて検討を行った。（別添2参照）

その概要は次のとおりである。

(1) 当日、スコール線が沖縄本島に到来する前に南西諸島を中心に対流雲（積乱雲）が盛んに発達していた。この不安定域は沖縄本島を中心にして南西から北東の走向をもち、幅は約150キロメートルと推定される。この不安定域へスコール線が310度の方向から進んで来たため、10時、11時のスコール線は不安定域の対流雲と明瞭に分離できるが、12時には不安定域の対流雲と一緒になり、その幅は広くなっている。これ

らの対流雲の中にはマクロバーストやマイクロバーストを伴ったものが観測されていた。

(2) 12時23分～24分ごろには、スコール線に伴うガスト前線はR/W18末端と温度計設置点である滑走路中心部付近の間にあったと推定される。この前線の位置から推測すると、事故の発生した頃には、事故地点付近では前線面はかなり低い高度にあったと思われるが、その高度を気象学的に推定することは困難である。その前線面の上下の風は地上観測値から推測すれば上側の暖気域の風は南より約10ノット、下側の寒気域の風は北より約14ノットと考えられ、また、FDRの記録から高度約450フィート付近に降下率及び垂直加速度に若干の変化が見られ、その後に降下率が増大していることから、概ね、この高度付近に前線面があった可能性が考えられる。

(3) 12時10分からガスト前線の通過までの間に、R/W 18の北側をマイクロ・バースト（注）が通過したと推測される。このマイクロ・バーストからの吹き出し流により、ガスト前線の寒気域の平均風310度14ノットは、一時的に360度20ノット程度に変化したものと考えられる。

（注） 本文のマイクロバーストの定義、積乱雲の雲底下からの吹き出し流が水平に発散した風速の和が10メートル/秒以上であって、横の広がりが4キロメートル以上をマクロバースト、4キロメートル以下をマイクロバーストという。

Fujita, T.T.(1981)：Tornadoes and Downbursts in the Contex of Generalized Planetary Scales.
Jorn. of Atmos. Sci. Vol. 38 PAGE 1511-1534

J.McCarthy et al (1983)：JAWS Data Collection, Analysis Highlights, and Microburst Statistics.
21st Conference on Radar Meteorology. Amer. Met. Soc. PAGE 596-601

(4) 同機がミニマム通過後遭遇した激しい降雨は、12時29分に観測された降雨強度76ミリメートル/時の降雨に相当する降雨域に入ったものと思われる。

(5) 同機には11時56分に観測された29.71インチ/水銀柱が通報されていたが、12時25分には29.69インチ/水銀柱が観測され、この時の気圧1,006ミリバール、気温24度Cを用いて計算すると、接地点付近では19フィートだけ高度はみかけ上高くなることになる。

(6) R/W36側はガスト前線の南側の暖気域内にあり、200度の風が吹いていた。この

風がガスト前線の走向220－230度に変わり始めたのはガスト前線が通過する約30分前（11時58分ころ）であり、その後R/W36に近いところにマイクロバーストMが発生したため風は急激に変化していた。当事、GCAからの風の通報はR/W36のものが用いられていた。

（注） 昭和60年4月1日からR/W18の風も利用でき、それぞれ運用されるようになった。

2.11.4　着陸復行時における飛行シミュレーションについて

2.11.3の気象状態の検討から、同機が着陸進入時に遭遇したことが考えられるウインドシアー等を、気象学的考察からだけでなく、FDRの記録等を用いて飛行シミュレーションを行い検討した。

しかし同機にはDFDRは搭載されておらず、垂直加速度、機首方位、対気速度、高度の情報しか利用できず、さらにCVRも利用できなかったため着陸復行の時期、高度をはじめ操縦操作等は機長や運航乗務員の口述による他はなく、また計算範囲が低高度であるので、高度や速度についても地面効果の修正が必要となる。従って口述や地面効果の修正などの精度の問題が入り、不確実要素が多い。

このような諸条件による計算であるので、進入開始から接触時点までは航空機のバンク等は考えず、垂直平面内の二次元運動のみを考え、接触後は第2エンジンの推力が失われ、機首方位は変わるが時間的変化はそれほど大きくないので、同じく垂直平面内の運動と仮定して計算を行った。また、計算を行う時間範囲（幅）を広げると操縦操作などの不確実性の影響が大きくなり、垂直平面内の二次元運動のみとした仮定にも問題が生じるので飛行シミュレーションは、同機が進入路指示灯に接触数秒前に行った着陸復行開始後の約10秒間についてのみ行った。なお着陸復行開始前に同機が遭遇したと考えられる降雨強度は70～80ミリメートル/時程度、当時の対気速度は約140ノットであり、雨滴による飛行性能の低下は小さいと考えられるので、これを無視し、風の影響のみを考えた。また、計算範囲が高度50フィート以下であるので風の垂直成分は0とした。

計算方法は、FDRの垂直加速度と高度を用い慣性速度を算出し、これとFDRの対気速度から風の変化を算出した。しかし上述のような不確実要素及び仮定が入っているので、その結果は必ずしも定量的なものではない。

同機が高度50フィートから着陸復行を開始したものとして、初期条件を二三変えてシミュレーション計算を行ったところ、進入路指示灯に接触した時点での追い風成分を10ノットと仮定した場合、着陸復行開始直後の2～3秒間の追風成分はほとんど0でその変

化も少なく、接触前約3秒から接触後約3秒の間に追い風成分が約十数ノット増加したものと推定された。

また、ウインドシアーがないとき高度50フィートから標準方式による着陸復行を行ったものと仮定して計算を行ったところ、高度低下は約十数フィートであるものと推定された。

3　事実を認定した理由

3.1　解　析

3.1.1　機長及び他の運航乗務員は適法な資格を有し、所定の航空身体検査に合格していた。

3.1.2　ＪＡ８０３１は有効な耐空証明を有し、かつ所定の整備が行われていた。

3.1.3　機長、副操縦士及び航空機関士の口述並びに機体の調査から、同機は進入路指示灯に接触するまで機材上の異常を示すものはなかった。

3.1.4　気象について

(1)　同機が接地点から約8マイルの地点を高度1,000フィートで飛行中ファイナル・コントローラに引継がれた12時21分ころ、GCAからの風の情報は240度5ノットであり、次いで12時23分ころ2～3マイルの地点を高度700フィート付近を降下中GCAから入手した情報では330度4ノットで背風であった。(マイクロバーストMの影響による2.11.3参照)また12時25分の空港測候所の観測値はバリアブル5ノットで風速は弱かった。これは当時風の情報はR/W36の風向風速計を利用していたものであり、R/W18の最終進入経路上の実際の風向、風速はかなり異っていたものと考えられる。

(2)　試験研究2.11.3にあるように、同空港の滑走路の両端にある風向風速計と滑走路中心部にある温度計の変化及びレーダーエコー図の変化等から事故当時の12時24分ころスコール線に伴なうガスト前線がR/W18付近にあったものと推定される。

接触点付近においては、その前線面の高度はかなり低いものと思われるが、その高度を気象学的に推定することは困難である。しかし前線面の上側の暖気域の風は南より約10ノット、下側の寒気域の風は北より約14ノットと考えられ、またFDRの記録から高度約450フィート付近に降下率及び垂直加速度に若干の変化がみられその後

は降下率が増大していることから、概ねこの高度付近に前線面があった可能性が考えられる。

12時10分からガスト前線の通過までの間にR/W18 北側をマイクロバーストが通過したと推定される。このためR/W18の最終進入経路上において風向・風速の変化が生じたものと考えられる。

(3) その際強雨にも遭遇しているが同機が遭遇した降雨域の降雨強度は空港で12時29分に記録された76ミリメートル/時に近いものと推定され、この程度の降雨強度では当時の迎え角、対気速度等の飛行状態の下では、降雨のみによる飛行性能に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

(4) 同機が那覇コントロールと最初の交信を行った11時48分ころの同空港の視程は、最低気象条件（1,200メートル）以下の400メートルで、機長はホールディングが必要だと判断したが、その後12時の気象情報を入手した時は5,000メートルとなっていた。同機はGCAの誘導で降下し、高度700フィートで雲の下に出た時に飛行場の一部を視認できたが、その約1分後に強い降雨により視程は再び悪化しており変わり易い天候であったと推定される。

3.1.5 GCA進入について

(1) 同機のGCA進入時には、運航乗務員の口述によれば降下開始直後グライドパスから逸脱しているとGCAから指適された以外にはGCAからの指適の記憶はなく、機体の沈下を感ずることもなく、またタービランスもなかったとのことである。

FDRの記録によると降下率は、降下開始時にバルーニング気味であり、最初の20秒間は約360フィート/分、次の30秒間は約900フィート/分、その次の9秒間は600フィート/分、最後の23秒間は約840フィート/分となっている。GCAからの送信も降下を始めた22分25秒ころは「グライドパスより高い。」であったが、接地点から2海里付近の23分05秒ころから「オングライドパス」となり、接地点から1海里に近づく23分25秒ころから「グライドパスより低い。」となっていた。

これは当時高度約450フィート付近に存在していたと思われる前線面を同機が横切り、上側の暖気域の200度約10ノットから下側の寒気域の310度約14ノットに変ったことによるものと推定される。（2.11.3参照）

またその間の速度は138－140ノットとほぼ一定であり、当該進入中の降下率は通常よりやや大きく、若干の変動はあったが、概ね安定していたものと推定される。

(2) GCA進入の最終段階について

同機が接地点から1.5海里付近（高度約350フィート）のころ及び約1海里を通過するころの2回、GCAはグライドパスより低いとの送信を行ったが、運航乗務員はこれらについて記憶はなかった。また次いで「Guidance Limit……」との送信についても明確には記憶していなかった。これはそのころコックピット内はレイン・リムーバルの騒音下で、アプローチミニマム（高度363フィート）次いでミニマム（高度263フィート）におけるコールアウトが行われており、続いて高度200フィートにおける高度警報音に次いで航空機関士のコールアウト及び操縦交代のコールが行われており運航乗務員の注意がこれら一連のコールアウト、滑走路の視認及び操縦操作に集中していたため、聞きもらしたものと推定される。

3.1.6　着陸復行について

機長は、同機がすでにグライドパスより低くなっていることに気付かないまま、気象の急変に伴い高度200フィートを過ぎたころ操縦を交代し、さらに気象が悪化したので着陸復行しているが、運航乗務員の「着陸復行といった時は高度50フィートかその前後であり、ゴーアラウドEPRの1.81まで上らないうちにショックを受けた。」と述べていることから進入路指示灯と接触の6～7秒前に復行を開始したものと思われる。しかし、その時はすでにミニマム以下であり、強雨域に入り地表面又は水面を引続き視認することにより航空機の位置の確認ができなくなれば、直ちに復行すべきところ、操縦交替直後のことでもあり、復行開始の時期が遅れたものと推定される。

また、復行操作開始前から同機が遭遇した強雨はマイクロバーストを伴っていたものと推測され、そのマイクロバーストにより復行開始直後の2～3秒間は追風成分はほとんど0でその変化も少なかったが接触前約3秒から接触後約3秒の間に追風成分を約十数ノット増加させたものと考えられ、その復行に対する影響は復行時の高度ロスを約十数フィート増加させたものと推定される。（2.11.4参照）

4　結　　論

4.1　解析の要約

4.1.1　乗組員の口述及び機体の調査から、同機は接触するまで機体及びエンジン等に異常はなかった。

4.1.2　同機はGCAと那覇空港の北約20海里で交信を始め、8海里付近からGCAファ

イナル・コントローラーに引継がれた。

4.1.3　GCAからの風の情報は、当時R/W36のものを利用していたので着陸進入中の実際の風は、かなり異っていたものと考えられる。

4.1.4　当時ガスト前線がR/W18付近にあり、同機が横切った前線面の高度は450フィート前後と考えられ、またこれに伴って発生していたマイクロバーストがR/W18の北側を通過していたものと推定される。そのため最終進入経路上においては風向風速の変化の影響をうけたものと考えられる。

4.1.5　当時降雨強度記録によると76ミリメートル/時の強雨があり、同機はミニマム通過後これに相当する降雨域に遭遇したものと推定される。

4.1.6　GCAによる進入中において、乗務員は機体の沈下もタービランスも感じなかったと述べている。

4.1.7　FDRの記録によると進入中の降下率はやや大きく、また若干の変動はあったが速度は一定でほぼ安定していた。

4.1.8　GCAの送信内容によれば、同機は降下開始時にはグライドパスより高かったが、その後オングライドパスに戻りファイナルの終わりころにはグライドパスより低くなっていた。

4.1.9　運航乗務員はGCA進入の最終段階において一連のコールアウト、滑走路の視認及び操縦操作等に注意が集中し、GCAのグライドパスより低いとの情報を聞きもらしたものと推定される。

4.1.10　機長は同機が強い降雨域に入ったので操縦を交替し、その後さらに気象が悪化したので着陸復行したが、その時期が遅れたものと推定される。

4.1.11　その時遭遇した強雨はマイクロバーストを伴っており、着陸復行中に約十数ノットの追風成分の急増をうけ、復行時の高度ロスを約十数フィート増加させたものと推定される。

4.2　推定原因

本事故の原因は、機長がGCA進入において、高度200フィート以下の最終段階で強雨域に遭遇し着陸復行したが、その時期が遅れ、かつマイクロバーストによる低高度のウインド・シアの影響をうけたことによるものと推定される。

5 参 考 事 項

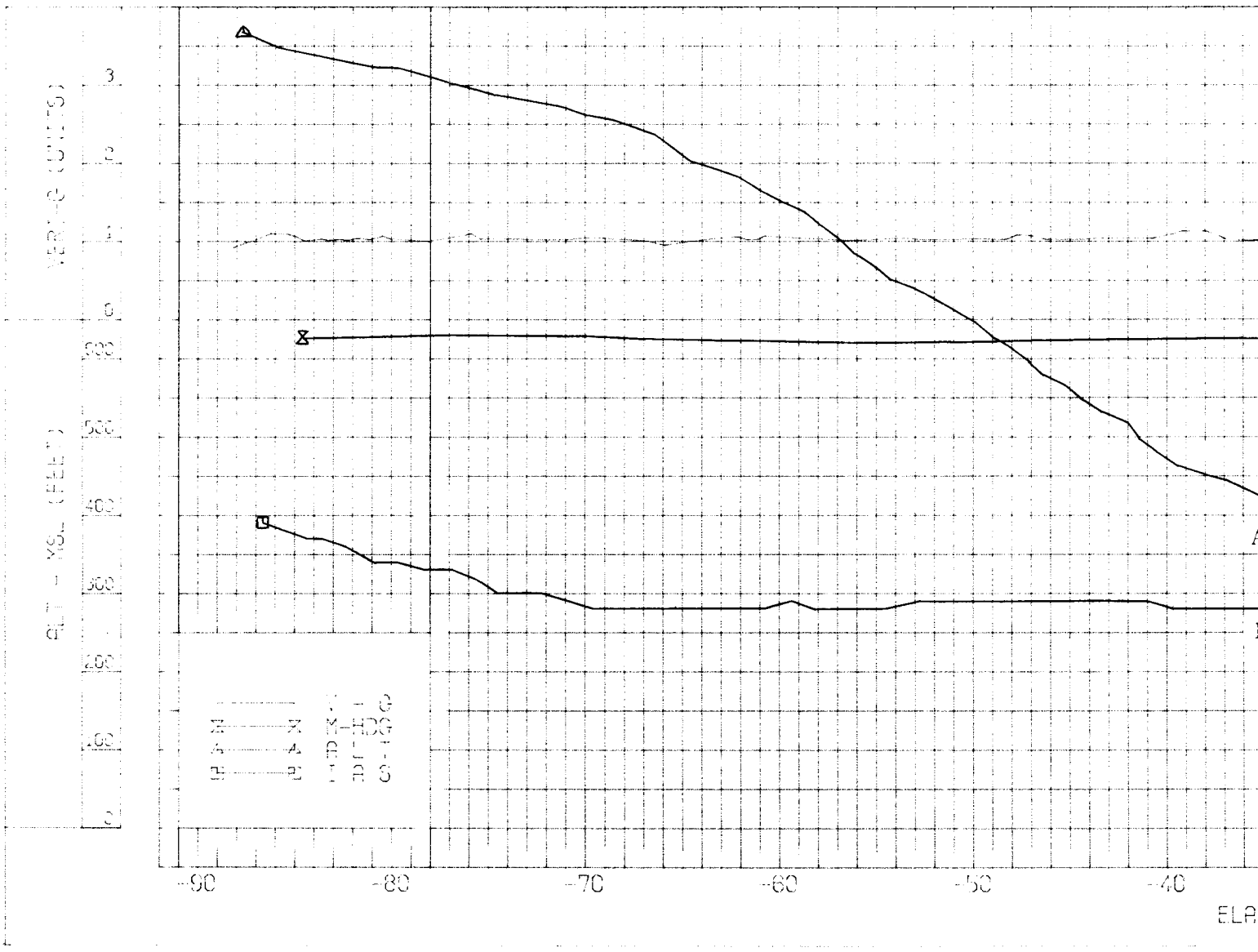
ダウンバーストによる低高度ウインド・シアについて、現在米国で盛んに研究が進められ、我が国でも運航の安全に関連して航空関係者の間で関心を集めている。

この気象現象は比較的短時間内に局地的に発生するもので、その有効な観測システムは世界的にも未だ確立されていない現状である。

現在、ウインド・シア検出システムの開発については運輸省の支援のもとにメーカーが技術開発基金の補助をうけて、昭和60年度から3年計画で「ウインド・シア検出警報システムの研究」としてその開発に着手している。

また、上記の開発が円滑に進むよう気象庁、航空局、メーカー等の間で適宜情報交換を行うこととしている。

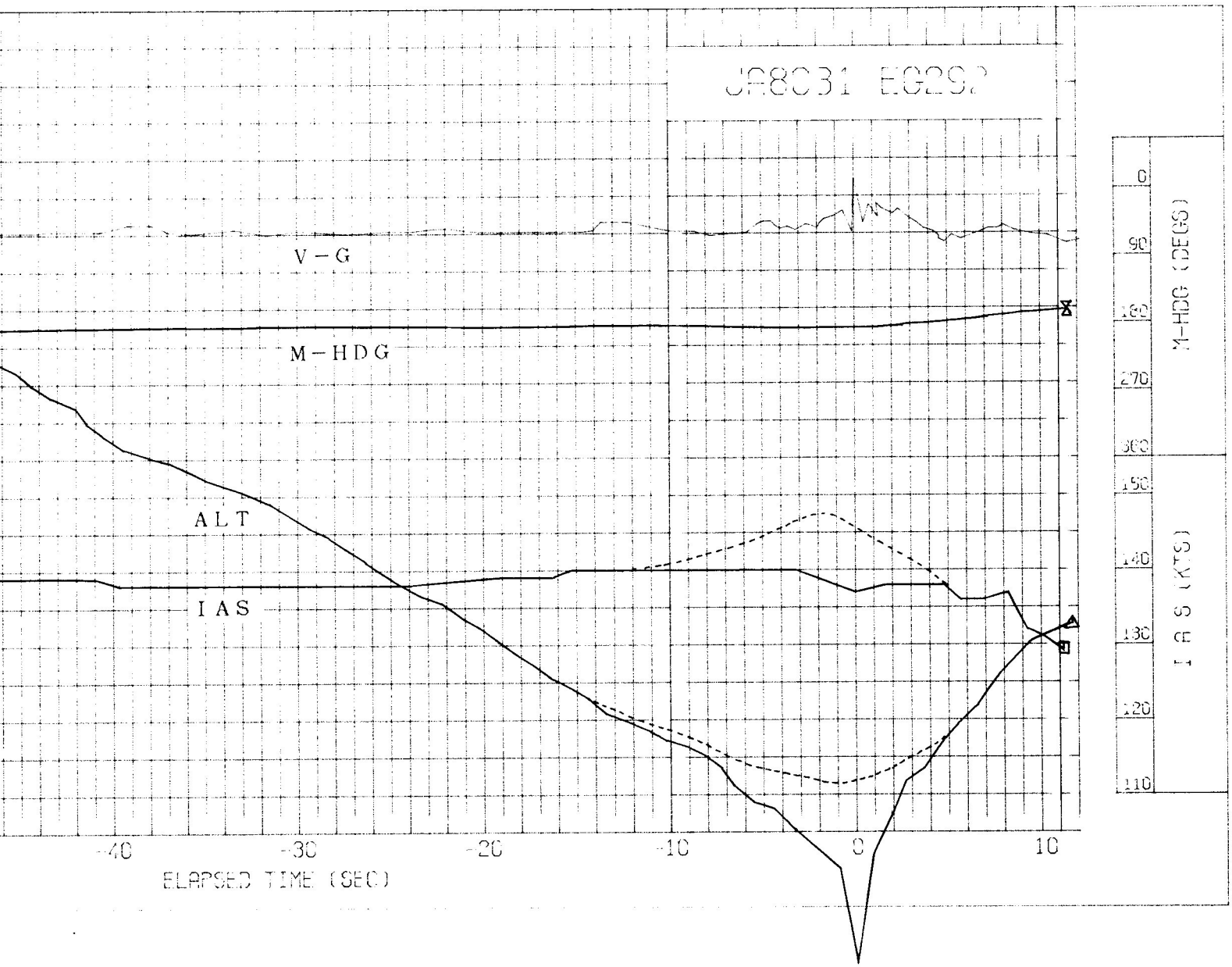
453019



453020-1

別添 1

---------- 地面効果の修正値



453020-2

昭和59年4月19日の那覇空港でのJA8031の事故当時の気象

1. 総観規模の状況

気象庁印刷天気図によれば4月17日に華中にあった低気圧は上層の気圧の谷と共に東進し、19日09時（日本標準時）には中心示度1,002ミリバールで瀬戸内海にあり、この低気圧からの寒冷前線は四国から九州南部を通り沖縄本島の西の海上に達している。

しかし、850ミリバールでは温度傾度の大きい所は北緯30度より北にあり、この前線帯の南では相当温位〔注1〕が大きく（第1図）、成層も不安定で下層ジェットがある（第2図）。なお、沖縄本島を通過した寒気上面の高さは19日21時が約800ミリバールの高度なので事故の時間には寒気の上面の高さはこれよりも低いはずである。

この地域は海上のため、観測値がほとんどないので前線の移動を決めるのに沖縄気象台のレーダー・エコーを主に、気象衛星の雲写真（雲の前線がマクロに見ればスコール線の位置と一致すると仮定して）を参考に用いた（第1表）。これによると線状エコーの移動速度は第1図に示されている寒冷前線後面の風速の線状エコーの移動方向の成分よりも大きい。寒冷前線の定義からすれば、その後面の寒気内の風速は前線の移動速度より大きく（または同じ）なければならないので、第1表からすると第1図に寒冷前線として表示されたものはスコール線に伴うガスト前線と寒冷前線とに分けられ、那覇空港を12時過ぎに通過したのはスコール線に伴うガスト前線であり、14時40分頃（第8図のQ）に風速が急に大きくなっているのが寒冷前線の通過と考えられる。

ただし、通常用いている天気図のスケールではガスト前線と寒冷前線とに分けることは不可能で寒冷前線の記号で書くのが慣習である。ガスト前線は事故地点を事故発生時ころに通過しているように見えるのでさらに詳しい解析が必要である。

2. 地理的条件と観測施設

那覇航空測候所の風向風速計は滑走路の両端のR/W18とR/W36に、温度計（雨量計も同じ場所）、気圧計はそれぞれ異った場所に設置されている（第3図）。地図上での読み取りでは、温度計設置点（T・R）とR/W18との距離が約1.3キロメートル、R/W36との距離が約1.2キロメートル、R/W18と接触事故地点との距離が約670メートルである。さらに、R/W18から沖縄気象台（市内天久）までは約60度方向で、約4.5キロメートル、R/W18から沖縄気象台のレーダー基地までは約115度の約13.3キロメートル、レーダー基地から久米島空港までは約280度の約100キロメートルである。

3. 対流雲に伴う突風の存在

この日にはスコール線が沖縄本島に到来する前に南西諸島を中心に対流雲（積乱雲）が盛んに発達していた。この不安定域は１９日０６時から１１時までの沖縄気象台のレーダー図からスコール線を除いた対流性エコーを合成したものから推定できる（第４図）。これによると不安定域は沖縄本島を中心にして南西から北東の走向をもち幅は約150キロメートルである。

この不安定域へスコール線が310度（決定法は4参照）の方向から進んで来たため、10時、１１時のスコール線は不安定域の積乱雲と明瞭に分離できるが、１２時には不安定域のエコーと一緒になってエコー帯の幅は広くなり、エコーの形だけからはスコール線に伴うガスト前線そのものの判別は難かしい（第５図）。

この日の対流雲で特長的なことは降雨強度の大きい対流雲に伴って突風を観測していることである（第２表）。突風の中には明瞭な温度変化を伴うものと、そうでないものとがある。次に当日の０９時より事故発生時までの２例について述べる。

０９時２０分頃の突風（第８図のＡに対応）：この突風はR/W 18 では０９時１８分に、R/W36では０９時２０分に発生し、瞬間最大風速はそれぞれ、260度/28KTS、260度/27KTSである。この突風の発生した時間のレーダー観測はないが、０９時と１０時のエコー分布から内捜すると突風を伴っていたと考えられる対流雲のエコーの大きさは大きく、そのエコーを含むエコー系の西の縁の東進速度は３２キロメートル/時である。

第８図の突風Ａが、この突風をひき起こしたじょう乱と乱されない風（平均風と呼ぶ。）とが合成されたものと考えると、この場合の平均風は200度/15KTSであり、一方、第８ａ図によると瞬間最大風は260度/28KTSなので、この時のじょう乱による風は約300度/25KTSとなる（この計算では最大風は瞬間値、平均風は10分間平均をとっているが、平均風を瞬間値200度/20KTSを用いると、じょう乱による風は320度/24KTSとなる）。このじょう乱による風（300度/25KTS）の瞬間最大風の発現時間はR/W18より南にあるR/W36では約２分後となっている。ただし、300度/25KTSで南下したとして計算すると4.8分である。一方、積乱雲のエコー系は32キロメートル/時で東進しており、R/W18から沖縄気象台までの計算上の時間は７分であり、この値は風の極大の発生時間がR/W18が09時18分、沖縄気象台が09時25分であることと合致している。このじょう乱ＡはR/W18、R/W36、沖縄気象台など広範囲に発生していること、風向の急変と共に気温は急降し風速も増し気圧は0.6ミリバール急昇していることなどからマクロバーストの可能性が強い（注〔2〕）。

R/W18と沖縄気象台における局地的な突風（第8ａ図のじょう乱Ｂ）：R/W18では11時45分頃より風向は変わり始め、最初は200度だったものが11時53分には瞬間的には270度まで偏った（第8ａ図のＢ）。Ｂの風の変化をひき起こしたじょう乱の風は第3表に示してあるが、この北よりの風（350度/11KTS）により、それまで200度/12ＫＴＳであったものが風速は7ＫＴＳに減じ風向は270度になっている。

その後、風向は200度に戻り、12時09分には瞬間最大風速は17KTS、その時の風向は210度である。この時は、(1)ガスト前線の通過前（４節参照）であること。(2)風向は平均風の風向であることから、もしも、じょう乱Ｂがなければ平均風はこの時間まで変化しなかったと考えられる。ただし、このじょう乱Ｂは2.4キロメートル南のR/W 36にはその形跡は全くない。

多分、このじょう乱Ｂは第6図のレーダー・エコーＮに対応するもので那覇空港の北部を通過したので那覇航空測候所の降雨強度は最大33ミリメートル/時だが、R/W18から60度の方向にある沖縄気象台では最大80ミリメートル/時を観測している。強雨計の記録が最大値の1/2になった時間は那覇空港が11時45分～47分（２分）、沖縄気象台が11時49分～12時00分（11分）で降雨域（第6図のＮ）は東進成分をもっている。この強雨域の通過に際し沖縄気象台では12時04分に瞬間最大風速29ＫＴＳ（風向は西南西）を記録している。ただし、温度変化は不明瞭であり気圧はわずかに認められる程度下っている。これはマイクロバーストと考えるのが適当である。

以上２つのダウンバーストは事故とは関係ないものだが、この日の積乱雲の特長として示した。

4. ガスト前線は事故地点をいつ通過したか

ガスト前線を境にして、後面では下方に寒気、上方に暖気があり、ここでは風も急変しているが、低層の前線の構造は複雑で一義的に決まらないので風の急変している高さを利用できた気象観測値のみからは正確に知ることはできない。

しかし、地上前線が事故地点からどれだけの距離にあるかを知ることは前線面の高さを知る目安とはなるので解析を試みる。

4.1 解析を行う上での仮定

この解析を行うにあたっては次の仮定をした。

(1) スコール線・それに伴ったガスト前線は直線で表わされる：実際のスコール線、スコール線に伴うガスト前線は複雑だが、マクロに見れば第5図のように直線で表わされる

とした。また、ガスト前線の移動速度は那覇空港を通る３１０度方向の線上の値とガスト前線に沿って、その両側150キロメートルの線上の値の平均を用いた（第１表）。

(2) スコール線に伴うガスト前線は分離できる：１１時まではスコール線は明瞭だが、12時にはスコール線と不安定域の対流雲とが一緒になってスコール線は不明瞭になっている（第5図）。しかし、明瞭なスコール線しか通過しない久米島空港（レーダー基地から約100キロメートル西方）では風向の急変と気温降下とは同時に起こり、気温の降下量は那覇空港もほぼ同じくらいなので（第７図および第８図参照。）、１２時のエコー分布からもスコール線と不安定域の積乱雲とは分離できると仮定した。

分離の方法としては１２時のエコー分布のうち、エコー強度が並以上の地域を取出した（第６図）。この図の中にはエコーの走向の参考として40度と50度の直線を入れてあるが、走向は第５図とほぼ同じなので、スコール線の走向としては40度を、進行方向はこれに直角の３１０度とした。以下の解析にはこの値を用いた。

(3) ガスト前線通過の際には風向の急変と気温急降は一致している：空港から4.5キロメートル離れた沖縄気象台では12時22分に風向が北西に急変した時に気温も急降しており、久米島空港でも気温の急降と風の急変とが一致しているので、風向の急変と気温の急降とは那覇空港においても同時に発生したと仮定する。ただし、温度計の時定数（注〔3〕）からして、温度の急降し始めた時間には意味があるが、ごく短い時間の変化の型については議論しないことにする。

4.2 事故の発生した時間頃のガスト前線の位置の推定

4.1の(2)項からスコール線の移動方向は３１０度と見ることができ、スコール線の移動方向の前方に拡ったガスト前線はスコール線に平行であると仮定する。スコール線の移動速度は１１時までは小さいが、スコール線が不安定域（第４図）に入った１２時頃から大きくなっている（第１表）。しかし、積乱雲からの吹出しが発生した一つのガスト前線について見ればガスト前線は後面の風で移動するので空港を通過するガスト前線の移動速度としてはガスト前線後面の風速１４ＫＴＳを用いた。ガスト前線が310度／１４ＫＴＳで移動したとすると R/W 18風向風速計設置点から温度計設置点まで移動するに要する時間は3.1分である。一方、温度計設置点で温度が急降を始めたのは１２時２５分なので、R/W 18地点で温度が下降し始めたのは１２時２２分頃、R/W 36地点では１２時２８分頃と計算される。さらに、

(イ) 沖縄気象台で気温が急降した後の風向は北西（３１５度）であること。

(ロ) 気圧がごく僅か急昇した時間（第８ａ図ＧＦ）をガスト前線の通過時間とする（第３図の気圧計の位置参照）。

を考え合せると、第８ａ図の２垂の矢印（ＧＦ）の風向３１０度がR/W18をガスト前線が通過した時間に対応し、R/W36をガスト前線が通過した時間はマイクロバーストＭ（第８ｂ図）の終った所（風速計の記録紙上では風速の極大ｋが終って風が強くなり始めた所（m）にほゞ対応する。

従って、事故の発生した１２時２３（～２４）分にはガスト前線はR/W18と温度計設置点の間にあると推定できる。この前線の位置から推定すると、事故の発生したころには航空機の事故地点付近では前線面はかなり低い高度にあったと考えられるが、前線面の形はその時々の条件により大きく変わるので、絶対値については利用できた気象観測値からのみでは推定することは困難である（注〔4〕）。

5. ガスト前線通過の際に那覇空港の風は何故複雑に変化しているか

久米島空港では風向の急変と気温の急降がほゞ同時に起こり、また、風向が２００度の風はガスト前線の通過（第７図のＧＦ）の前、約30分（310度/14KTSでガスト前線が移動したとすると前線の前方約８キロメートル）より前線の走向（２２０～４０度または２３０～５０度）に次第に近づいている（第７図のｄ）。これはガスト前線の北側には寒気があるので風向が、この寒気の境界線に平行になろうとする傾向が生ずるためである。

ところが、R/W18とR/W36の風の変化は久米島空港の変化と異なるばかりでなく、両地点はわずか2.4キロメートルしか離れていないにもかかわらず変化が大きく異っている（ただし、ガスト前線の近傍を除いた部分では良く一致している）。主な特長は、

(1) R/W 36での変化：ガスト前線の影響のない２００度方向の風が、ガスト前線の影響をうけ、その走向220～230度に変わり始めた時間（第８ｂ図のｄ）はガスト前線の通過する前、約３０分であり、これは久米島空港（第７図）の場合と同じだが、ガスト前線に近い所にマイクロバーストＭがあるため、ガスト前線に近い部分では風は複雑な変化をし、12時26分ころには風向は２６０度で瞬間最大は２０KTS（第８ｂ図のｋ）となっている。この風の極大ｋはガスト前線の前面の暖気側で生じているものであり、もしマイクロバーストＭがなければ風は久米島空港のように変化し、ｍの付近で230度から３１０度に急変したと見ることができる。

(2) R/W 18での変化：R/W 18の風向が２００度からガスト前線の走向２２０～２３０度に変わり始めた時間を11時４０分過ぎ（第８ａ図のｎ）と見ることもできないこともないが、この時間にマイクロバーストＢ（気温の変化はほとんど認められない。）が発生したため、第８ａ図ではR/W36（第８ｂ図）や久米島空港（第７図）のｄに対応する場所は不

明瞭である。

Bのマイクロバーストの終わった後、風向は再び南に戻り一時的には180度まで偏り(p)、この時の瞬間最大風速は17KTS(q)である。この時間は12時09分なので、この現象はガスト前線の暖気側で発生したものである。

重要なことはガスト前線がR/W 18地点を通過したのは12時22(〜23)分なので、これ以前にガスト前線の走向(220度から40度、または230度から50度)よりも北よりの風が吹くのは、ガスト前線の南側は南よりの風なのでガスト前線の南側に気流の収束があることになる。しかし、この時間(12時10分からガスト前線の通過まで)の風速はWの記号で示したように小さくなっているので、この時間帯の風が平均風の中にマイクロバーストに伴う風が入っていたことにより発生したものとすると、第3表のじょう乱Cのようになる(ただし、この場合の平均風は210°/10KTSを用いているが誤差はある。)。この表から推測されることはマイクロバーストはR/W 18地点の北を通過したことになり、第8a図のCに対応した所は平均風にマイクロバーストの風(5度/24KTS)が重なって生じた結果と見ることができる(Cの解釈については注[5]参照)。この時の那覇空港の降雨強度は76ミリメートル/時、沖縄気象台が93ミリメートル/時で強雨を伴ったマイクロバーストと考えられる。ただし、降雨強度とマイクロバーストの強さとは直接関係ない(Fujita 1985)。

Cをマイクロバーストと見る理由は次のように説明できる。第8a図のBじょう乱の下側(縦軸は時間を目盛ってあるので早い時間に対応する。)だけについて見ると、最初200度だったものが段階状に西の方向にかたよりB(270度の風向)を形成しておりCの下側(時間の早い方)と似ている。なお、CがBのように初めの風向に戻らないのはガスト前線が12時22(〜23)分に通過して、この時間以後はガスト前線の寒気内の北西風の中だからで、この風の状況は風速計の記録に明らかである。

6. 事故との関連について

この日の気象状況ですぐ考えつくのはウインド・シアである。定性的にはこの存在は明らかだが、問題はどの高度の、どの場所で、どれだけの強さ、のものが存在したかを明らかにすることだが、気象観測記録の分解能からはそれに答えるのは無理である。しかし、この航空機は事故地点付近でガスト前線とその付近に発生したマイクロバーストに伴う追風成分の増加に遭遇した可能性は高い。要約すると次のとおりである。

(1) ガスト前線は12時22分(〜23分)にR/W 18風速計地点を通過しているので、航空

機の降下中にはどこかでガスト前線面を通過するわけだが、高度は低いことはいえるが絶対値についてはいえない。何故なら、前線面の傾斜、形はその時々の条件で大きく変わるからである。しかし、FDRの記録から高度450フィート付近において降下率及び垂直加速度に若干の変化があり、その後、降下率が増大しているので、概ねこの高度付近に前線面があった可能性は高いと考えられる。

(2) マイクロバーストに伴う第8a図のCじょう乱では310度/14KTS の風が一時的に360度/18〜20KTSまで変化している。この風向の変動は10KTS以上の風の中で発生しているので風向計が気象条件以外の原因で回転したことによる見かけのものではなく、実際の風がこのようであったと見なければならないので5の解釈をした(Cが航空機の通過により生じたものかどうかについては注〔5〕参照。)。

このように風向が変わったことにより風速の360度成分は10〜11KTSの増加となる。このじょう乱CはR/W18地点で12時24分と読み取れ、この地点から北に670メートル地点が事故地点なので、ガスト前線のように一様な速度(310度/14KTS)で移動すれば1.5分かかるが、じょう乱Cをマイクロバーストと考えればR/W18も事故地点も同時に吹出しが起こり得るのでガスト前線の移動のように単純には考えられない。いずれにしても事故発生時刻はCじょう乱が生じた時刻に非常に近かった確率は高い。

(3) 飛行シミュレーションの結果、着陸復行開始直後の2〜3秒間は追風成分はほとんど0でその変化も少なく、接触前約3秒から接触後約3秒の間に追風成分が約10数ノット増加している。

一方、マイクロバーストCでは360度方向の風の成分はR/W18地点で10〜11KTS増加している。航空機のうけた追風は50フィートの高さなので地上風よりも大きい可能性は十分にあるので(注〔2〕)、マイクロバーストCに対応したものと考えれば飛行シミュレーションの結果と矛盾しない。

(4) 着陸機は11時56分の観測値29.71インチ/水銀柱を用いて高度計規正をしていたが、12時25分には29.69インチ/水銀柱であり、この時の気圧1006ミリバール、気温24度を用いて計算すると19フィートだけ接地点付近では高度は見かけ上高くなる。

(5) GCAからの風の通報はR/W36が用いられていたので、今回の場合のようにガスト線がR/W18とR/W36の間にあるような状態の場合で、しかも前線近くに二つもマイクロバースト(CとM)が発生しているような場合には通報された風と実際に航空機が遭遇した風とは非常に異なることになる。事故機は着陸進入初期には向い風の暖気域を飛行し、前線面を通過後は追い風の寒気域を飛行し(ウインド・アの絶対値は分からない。)、

しかも、その最終段階にはマイクロバーストに遭遇していた。一方、R/W 36はその間、前線前面の暖気域にあったが別のマイクロバーストが発生していた。

(6) マイクロバーストに対する下降流の見積りはマイクロバーストに伴う吹き出しが求められればできるはずであるが、今回の観測データからではそのオーダーを求めることも無理である。

付　表

第1表　線状エコーの移動速度（1984年4月19日）

求めた時間間隔	移　動　速　度	ガスト前線の後面の風	参　考　事　項
09−10	310度/ 12KTS	9KTS	10時の久米島空港の風
10−11	310度/ 12 〃	4 〃	11 〃 〃
11〜	310度/ 23 〃	11 〃	12時30分の那覇空港の風
〜13*	310度/ 23 〃		同　上
13〜	310度/ 31 〃		
〜15*	310度/ 31 〃		
平　均	22KTS		
09−15	310度/ 23 〃		気象衛星雲写真の前縁の移動

（注）＊印は1時間ごとに求め得なかったもの。

第2表　暖域内の強雨に伴って発生した強風（1984年4月19日）

地　点　名	時　間	瞬間最大風速(KTS)	降雨強度 ミリメートル/時	平均(10分間)からの差(KTS)	気温変化（℃/10min）
久米島空港	05:52	31		+11	−0.5（不明瞭05時40分頃）
	06:49	27		+10	−0.4（不明瞭）
	07:49	27		+ 7	−0.4（不明瞭）
那覇空港R/W18	09:18	28	67*	+12	−2.5
〃 R/W36	09:20	27	67*	+11	
沖縄気象台	09:25	31	45	+16	−2.5
	12:04	29	78	+17	不明瞭（−1.0）

※　雨量計の設置点は風速計の設置点とは異なる（第3図参照）。

第3表　R/W18のじょう乱BおよびCに伴う風（1984年4月19日）

時　間	風向(度)	風速(KTS)	じょう乱B	じょう乱C	参　考　事　項
11:40	200	12			
45	200	12			
50	210	12			
53	270	07	350度/11KTS		じょう乱B（風向参照）
55	240	07	350度/07KTS		
12:00	200	07	020度/05KTS		
05	200	10	020度/02KTS		
10	210	10		115度/03KTS	
15	280	08		340度/12　〃	
20	290	09		340度/13　〃	
22(～23)	310	15		340度/20 * 〃	ガスト前線通過
24	360	15		005度/24 * 〃	じょう乱C

（注）(i)　じょう乱Bでは平均風は200度/12KTS、じょう乱Cでは210度/10KTSを用いた。この仮定には誤差はありうる。

(ii)　＊印の部分では平均風自身が変わっているだろうから、この計算は相当の誤差を含んでいる。

注1. 一つの空気塊に着目すると、運動・位置・顕熱・潜熱の各エネルギーの和が保存されるが、近似としては運動エネルギーを除いたものの和が保存されるとして良く、さらに位置エネルギーとして気圧を1,000ミリバール（ほぼ地表面）とした場合のエネルギーの総和を温度で表わしたものを相当温位という。この値は気団の判別に役立ち前線を決定するのに用いられる。

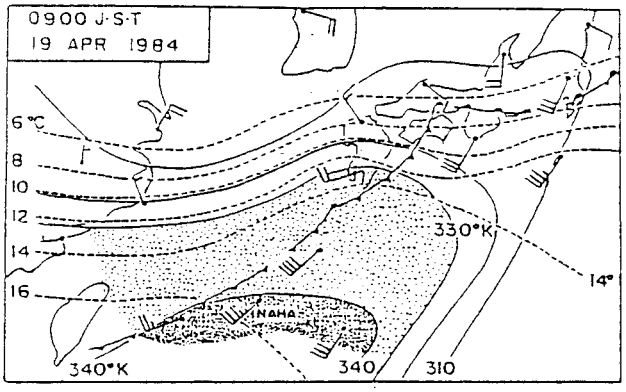
注2. Fujita,T.T.（1985）：The Downburst. Chicago Univ. Press.

注3. 徳植弘、他（1984）：測温抵抗体の時定数について
気象庁測器技術資料　第5906号1～5

注4. スコール線に伴うガスト前線の低層構造については種々のモデルが提出されているが、どのモデルが今回の場合に適用できるかは不明である。これらのモデルを適用するにはガスト前線周辺の大気の状況が分かることが必要であるが、今回は沖縄の地上観測値しかないのでモデルの適用は無理である。

注5. Cは12時24分に発生し、この時間は事故機が着陸復行した後、R/W 18風向風速計の近くの上空を通過した時間に近いが、高度が250フィートなので航空機のエンジン排気の影響とは考えられない。

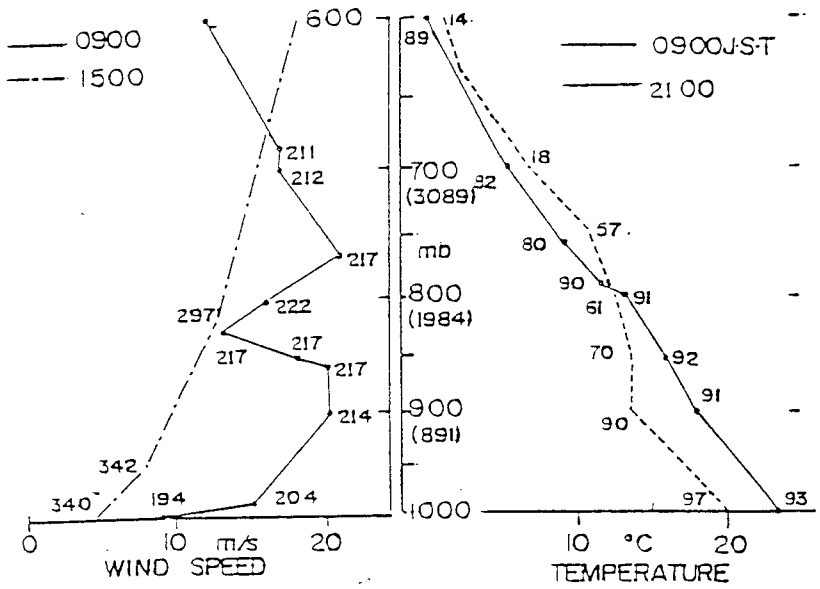
付図1



第1図　地上の前線系と850ミリバールの等温線（破線）、等相当温位線（実線）：1984年4月19日09時（J.S.T）

粗い点々域は相当温位が330度K、密な点々域は340度K以上の地域を示す。等値線はラヂオ・ゾンデ観測点だけから描いたものである。

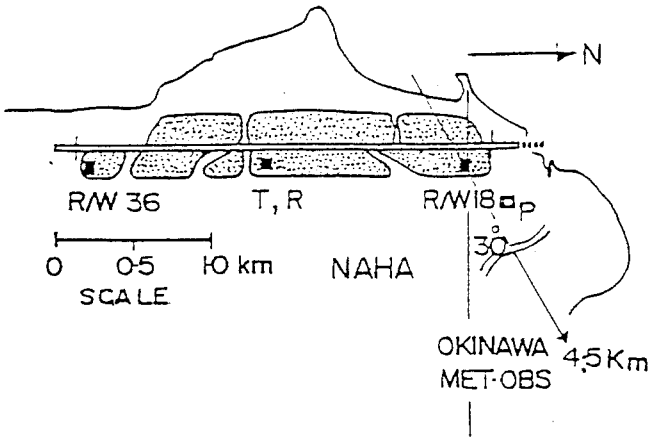
付図2



第2図　沖縄気象台（那覇）の高層観測値：1984年4月19日

右側は状態曲線で、実線は09時（J．S．T）、破線は21時、状態曲線の横の数字は相対湿度(%)、左側は風速の鉛直分布で実線は09時、鎖線は15時、横の数字は360度方位の風向を示す。なお、縦軸には高さをミリバールで、カッコ内にはそれぞれのミリバール値の、この時間の沖縄の高度をg・p・m（ジオポテンシャル・メーター）で示す。

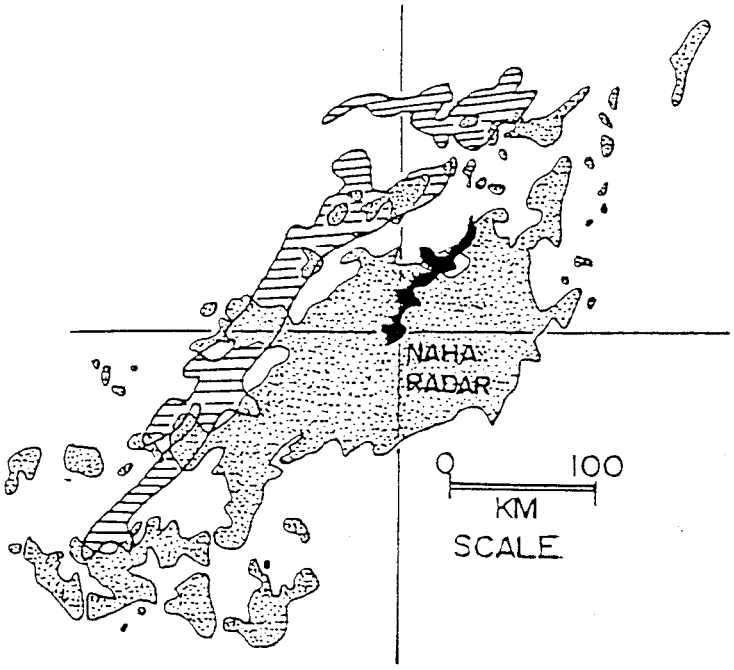
付図3



第3図　那覇空港における気象測器の配置状況

R/W 18、R/W 36は風速計、Tは温度計および露点温度計、Rは雨量計、Pは気圧計の設置点を示す。なお、沖縄気象台の方向と距離も示してある。

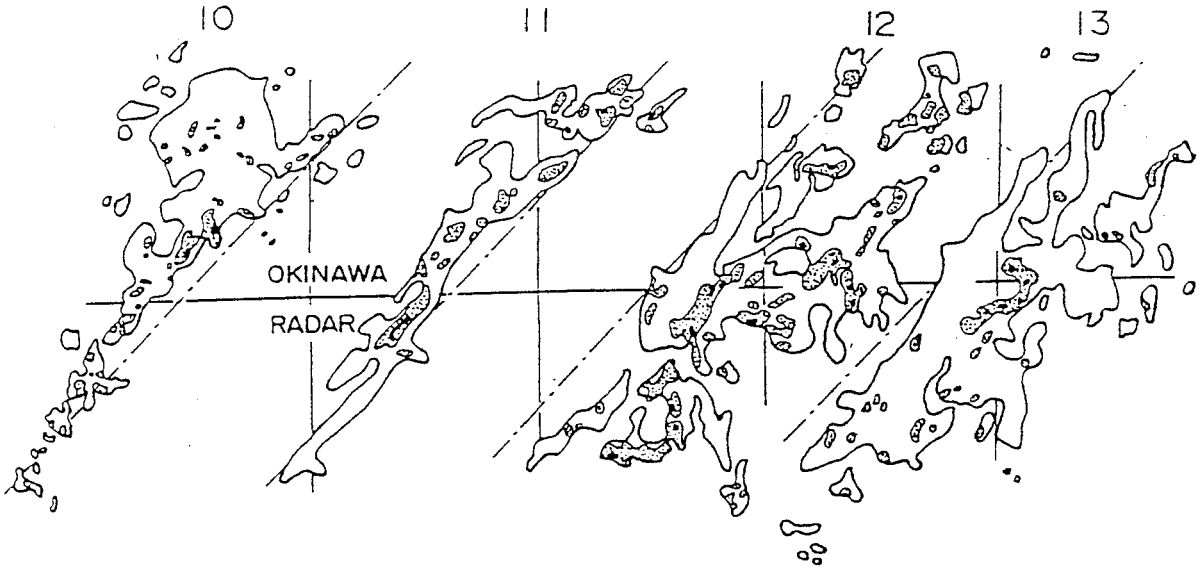
付図4



第4図　レーダー合成図と11時のスコール線：1984年4月19日

点点域はスコール線を除いた06時から11時までのレーダー・エコー合成図、斜線域は11時のスコール線を、黒い部分は沖縄本島の地形を示す。

付図5

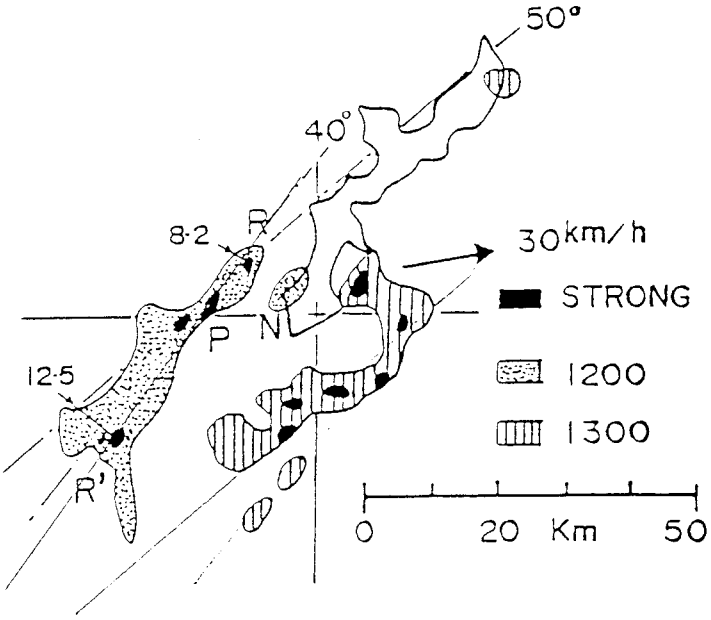


第5図　スコール線の移動：1984年4月19日10時～13時

レーダー観測値からスコール線だけを取り出したもので、点点域は強度が並み、黒の部分は強の地域を、鎖線は走向を知るために45度の線を示した。なお、直線の交わった所がレーダー・サイトである。

453031-2

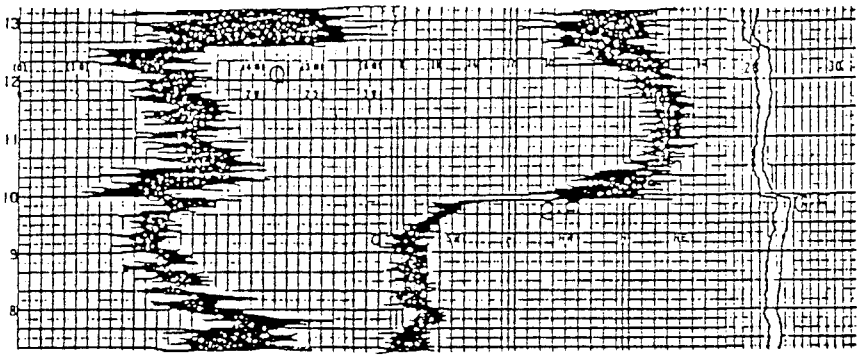
付図6



第6図　沖縄本島付近のスコール線：1984年4月19日12時～13時

点点域は12時、斜線域は13時の強度が並み以上のレーダー・エコー域、黒い部分は強のエコー域を示す。なお、エコーの走向を見るため40度、50度の直線も示してある。

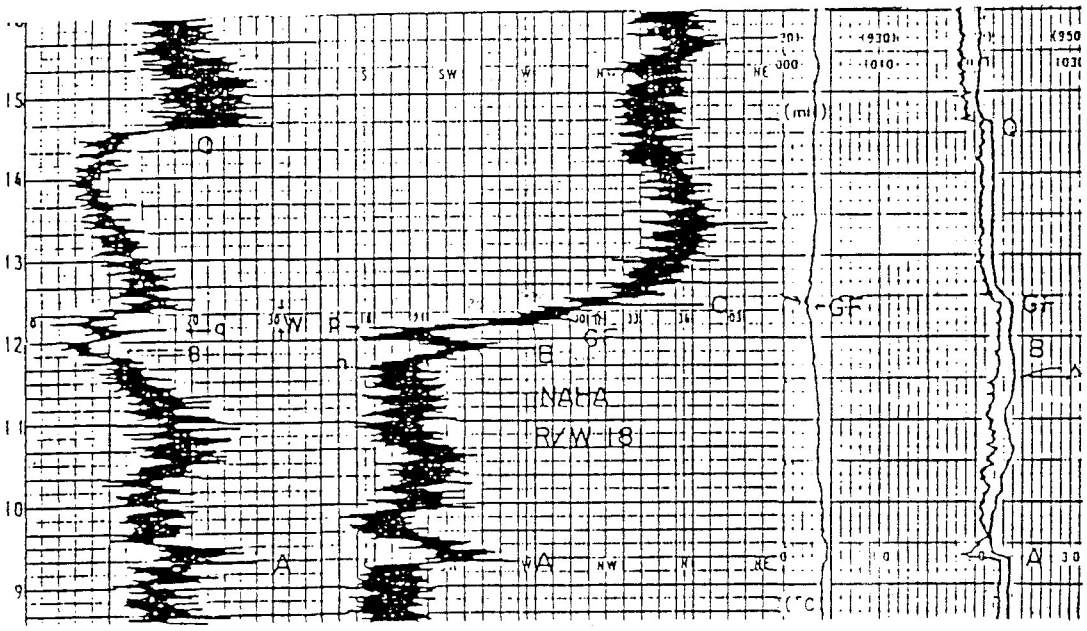
付図7



第7図　久米島空港出張所における風・温度・露点温度の記録：1984年4月19日

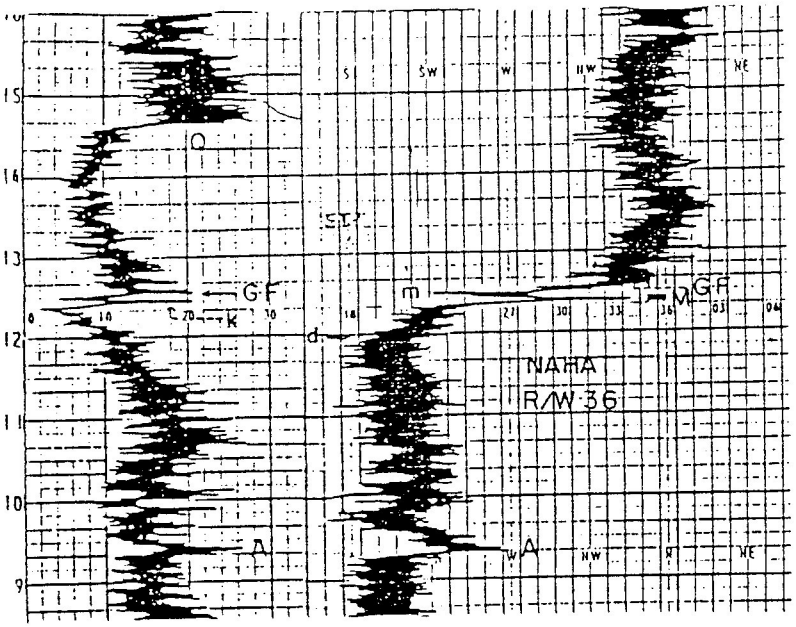
左から風速、風向、露点温度、温度を示す。GFはガスト前線、Qは寒冷前線である。

付図８ａ



第８ａ図　R/W１８の風速、風向、気圧、露点温度、気温の記録：１９８４年４月１９日
図中の記号の説明は文中にあり、気象要素の並べ方は左から表題のとおりである。

付図８ｂ



第８ｂ図　R/W３６の風向、風速の記録：１９８４年４月１９日