

航空事故調査報告書
株式会社日本エアシステム所属
ダグラス式DC-9-41型JA8448
花巻空港
平成5年4月18日

平成6年12月1日

航空事故調査委員会議決

委員長 竹内和之

委員 小林哲一

委員 宮内恒幸

委員 東 昭

委員 東 口 實

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

株式会社日本エアシステム所属ダグラス式DC-9-41型JA8448は、平成5年4月18日、同社の定期451便（名古屋空港－花巻空港）として12時44分ごろ花巻空港に着陸の際、ハードランディングして火災が発生し、大破して停止した。

同機には、乗組員5名及び乗客72名、計77名が搭乗していたが、うち乗組員1名及び乗客2名、計3名が重傷を負った。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

1.2.1.1 航空事故調査委員会は、平成5年4月18日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか6名の調査官を指名した。

1.2.1.2 当該事故に関し、気象関連事項の調査のため、次の専門委員が任命された。

元気象大学校教授

中 山 章

1.2.2 調査の実施時期

平成5年	4月18日～	21日	現場調査
平成5年	4月20日～6年1月28日		飛行記録装置の解読
平成5年	4月20日～6年1月28日		操縦室用音声記録装置の解読
平成5年	5月11日～	13日	残骸調査
平成5年	12月13日～	14日	現地調査（気象）
平成6年	2月14日～	17日	現地調査（気象）

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 4 4 8 は、平成5年4月18日、定期便として新千歳空港－花巻空港－名古屋空港－花巻空港－新千歳空港の飛行を予定し、新千歳空港から名古屋空港までの飛行が行われた。

運航乗務員は、名古屋空港を出発前に同社の運航管理者より11時00分の花巻空港の気象が、風向290°、風向変動250°～320°、風速14kt、最大33kt、最小5kt、視程20km、雲3/8 積雲 4,000ft、QNH29.44in-Hgであることのブリーフィングを受けた。

同機は、定期451便として機長が左席、副操縦士が右席に着座し、11時47分花巻空港へ向けて名古屋空港を離陸した。

その後、事故に至るまでの飛行経過については、操縦室用音声記録装置及び飛行記録装置の記録によれば、次のとおりであった。

12時20分ごろ、副操縦士は花巻空港の風の確認を行い、目標進入速度(V_{TG})を基準進入速度(V_{REF})118ktに10ktを加え着陸滑走路を02にすること及び花巻空港への進入方法、着陸復行の方法等について機長の了承を得るとともに指示を受けた。同機は、同22分ごろ、札幌管制区管制所からフライトレベル270から高度13,000ftに降下する承認を受け、降下を開始し、ランディング・ブリーフィングは12時24分ごろ終了した。

12時31分ごろ、同機は、高度約11,000ftで花巻空港の飛行場対空通信局(以下「花巻レディオ」という。)に対し、花巻空港上空到着予定時刻12時35分を通報するとともに着陸及び交通情報を要求した。

花巻レディオは、同機に対し他の交通がないことと風の状況が滑走路20側は280°14kt、最大22kt、最小8kt、02側は280°26kt、最大34kt、最小20ktであることを伝え、使用滑走路の問い合わせを行った。

同機は、花巻レディオに対し滑走路02を使用することを応答した。

12時36分ごろ、同機は、高度約8,000ftで花巻空港上空を通過し、左旋回で高度を下げながらIFRをキャンセルする旨を花巻レディオに通報し、再び同空港上空を高度約5,000ftで通過して、滑走路02の右ダウンウインド・レグに進入する旨を花巻レディオに通報した。同38分ごろ、副操縦士は機長からベース・レグを伸ばすことのアドバイスを受け、高度約3,700ftで、同機は右ダウンウインド・レグに進入し、花巻レディオから滑走路は着陸に支障がないことと、風が280°23kt、最大40kt、最小14kt、同39分50秒には、280°30kt、最大44kt、最小18ktの情報を受けた。

12時40分15秒、同機は、高度約2,300ftで、アプローチ・チェックを終了し、ギヤ・ダウン、フラップ25°、オート・ブレーキ ミニмум、グランド・スポイラをアームにした。

その後、同機は、花巻VOR/DME局から約5nmの地点で、右旋回を行ってベース・レグを高度約1,800ftで飛行し、12時41分36秒、最終進入経路に入り、高度約1,400ftでフラップを50°にセットした。

12時42分08秒、同機は、花巻レディオより風が280°25kt、最大34kt、最小20ktの情報を受けたのち、ビフォー・ランディング・チェックを終了した

最終進入は、機首方位約000°~006°で、滑走路に対して左12°~18°のクラブで行われた。

12時43分13秒、機長は、高度約600ftでスリーハンドレッドのコールを行った。同26秒、同機は、高度約460ft（電波高度計200ftにセットされていた高度）で対地接近警報装置（以下「GPWS」という。）の「ミニмум・ミニмум」の警報音が鳴り、その直後、同29秒に「シンクレイト」の警報音が鳴り、同38秒に接地点標識の手前にハードランディングし、バルーニングした後再び接地した。

その後、同機は火災が発生し、滑走路をゆるやかに蛇行したうえ、滑走路20末端付近で機首を約40°に向けて停止した。

12時44分49秒、機長は、機体が停止したとき副操縦士及び客室乗務員から機体右側で火災が発生していることを告げられ、同45分01秒、緊急脱出を指示した。

その後、緊急脱出が行われ、12時46分21秒、乗客の脱出が終了した。

機体は、乗客及び乗組員が全員脱出後、機首部、左主翼及び尾部を残し火災により焼失した。

事故発生地点は花巻空港滑走路上で、事故発生時刻は同機がハードランディングした12時44分ごろであった。

(付図1及び2参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

同機には、乗組員5名及び乗客72名、計77名が搭乗していたが、うち機長及び乗客2名計3名が重傷を負い、副操縦士、客室乗務員3名及び乗客51名、計55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

大 破

(写真1～6参照)

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

(1) 機首部

ア 機首下部の外板は皺と亀裂が生じており、右側面は焼損していた。

イ 前脚取り付け構造部材(サイド・ウォール)が破損し、前脚は後方に屈折していた。

ウ 前脚の右側ホイール及びタイヤはアクスルから分離して、脱落していた。

エ 前脚の左側ホイールは破損してアクスルに残っていた。また、タイヤはバーストしてホイール部に引っ掛かっていた。

オ 前脚のアクスルは滑走路に接触し、一部が擦り減っていた。

カ 前脚のウォータ・ディフレクタは破損していた。

(2) 胴体部

胴体部分は左側外板の一部を残し、前方ドア付近からエンジン取り付け部付近までの、座席、床板、内装材等ほとんどが焼失していた。

(3) 左主翼部

左主翼部は外側タイヤがバーストしているのを除き、損傷は認められなかった。

(4) 右主翼部

ア 右主脚取り付け部付近(ウイング・ステーションXRS111.500付近)で溶断して、その外側のほとんどの部分が焼失していた。

イ 翼端下面に滑走路と接触したと思われる擦過痕が認められた。

ウ 右主脚は、右主脚アタッチ・フィッティングに取り付いたまま、翼から分離しており、アッパー・サイド・ブレース・リンクが曲げ変形していた。またフィクスト・サイド・リンクは破裂開口していた。

(5) 尾部

バーチカル・スタビライザ、ホリゾンタル・スタビライザ、エレベータ、エレベータ・タブ、ラダー及びラダー・タブに損傷は認められなかった。

(6) エンジン

ア No.1 エンジンは、ファン・ブレードに異物を吸い込んだため発生したと思われる小さな傷が数箇所認められた他に異常は認められなかった。

イ No.2 エンジンは、ファン・ブレード及びタービン・ブレードに損傷は認められなかったが固着しており、エア・インレット・カウル及びカウリングは焼損していた。

(写真7～19参照)

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

滑走路が損傷し、滑走路灯2基及び滑走路中心線灯2基が破損した。

2.5 乗組員に関する情報

2.5.1 運航乗務員

機長 男性 51歳

定期運送用操縦士技能証明書

第1522号

昭和46年10月12日

限定事項

陸上多発機

昭和42年9月14日

日航製式YS-11型

昭和43年7月16日

ダグラス式DC-9型

昭和54年9月1日

第一種航空身体検査証明書

第16210038号

有効期限

平成5年4月22日

総飛行時間

16,106時間44分

同型式機飛行時間

8,468時間27分

最近30日間の飛行時間

42時間15分

同型式機機長発令年月日

昭和55年1月1日

当該路線資格 取得

昭和60年6月10日

更新

平成4年4月20日

最近の緊急対策訓練

平成 4 年 8 月 2 日

副操縦士 男性 27 歳

事業用操縦士技能証明書（飛行機）

第 11974 号

平成 3 年 4 月 26 日

限定事項

陸上多発機

平成 2 年 11 月 14 日

ダグラス式 DC-9 型

平成 4 年 6 月 17 日

第一種航空身体検査証明書

第 16210016 号

有効期限

平成 5 年 10 月 16 日

総飛行時間

615 時間 53 分

同型式機飛行時間

380 時間 53 分

最近 30 日間の飛行時間

44 時間 54 分

副操縦士発令年月日

平成 4 年 11 月 6 日

最近の緊急対策訓練

平成 3 年 12 月 19 日

2.5.2 客室乗務員

先任客室乗務員 A 女性 29 歳 経験 11 年

緊急脱出時の配置

前方脱出口（左側）

最近の緊急対策訓練

平成 4 年 5 月 27 日

客室乗務員 B 女性 23 歳 経験 3 年

緊急脱出時の配置

前方脱出口（左側）

最近の緊急対策訓練

平成 4 年 12 月 22 日

客室乗務員 C 女性 29 歳 経験 9 年

緊急脱出時の配置

左主翼翼上脱出口

最近の緊急対策訓練

平成 5 年 4 月 14 日

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-9-41 型

製造年月日

昭和 53 年 9 月 7 日

製造番号

第 47767 号

耐空証明

第東 53-314 号

有効期限	整備規程((株)日本エアシステム)の適用を受けている期間
総飛行時間	24,167時間19分
定時点検(6C点検(平成4年10月10日実施))後の飛行時間	882時間08分

2.6.2 エンジン

同機には、2基のプラット・アンド・ホイットニ式JT8D型エンジンが搭載されていた。

エンジン番号	製造番号	総飛行時間
No. 1	P 6 8 6 2 2 4 D	25,048時間49分
No. 2	P 6 8 6 2 9 7 D	19,593時間36分

2.6.3 重量及び重心位置

同機の着陸時の重量は85,252lb、重心位置は18.6%MACと推算され、いずれも許容範囲(最大着陸重量102,000lb、着陸時の重量に対応する重心範囲5.0%~36.0%MAC)内にあったものと推定される。

2.6.4 燃料及び潤滑油

使用燃料はJET A-1、潤滑油はASTO 500で、いずれも規格品であった。

2.7 気象に関する情報

2.7.1 事故当時の東北地方の天気概況

事故当日、06時00分に盛岡地方気象台が発表した天気概況は、次のとおりであった。

発達中の低気圧が北海道北部にあり、これから南西に伸びる寒冷前線が日本海中部に達しています。このため、東北地方は日本海側のところどころで曇っているほかは晴れています。

岩手県内は内陸で曇っていますが沿岸はよく晴れています。

寒冷前線が昼頃にかけて県内を通過するため、それまで内陸は雲が多く沿岸でも時々曇って、ところによりわか雨がある見込です。

今夜から明日にかけては上空にやや強い寒気が入るため山沿いを中心に小雪が降るところがある見込みです。

なお、今日日中から明日にかけて風が強い見込みですから各方面ともご注意ください。

(付図3 地上天気図参照)

2.7.2 盛岡地方気象台及び仙台航空測候所が発表した注意報及び警報

(1) 強風注意報（4月17日20時20分盛岡地方気象台発表）

沿海州に発達中の低気圧があつて東南東に進み、明日朝には北海道付近に達し、その後冬型の気圧配置となる見込みです。

このため、岩手県では南西の風が沿岸の海域から次第に強まり、明日から明後日にかけては全般に北東の風が強く、海上では波が高くなりますから注意してください。予想される最大風速は海、山では15m/sから18m/s、平地では13m/sから15m/sです。

(2) 強風注意報（4月18日12時30分盛岡地方気象台発表）

オホーツク海には発達中の低気圧があつて東北東に進んでおり、東北地方では冬型の気圧配置となり、気圧の傾きが急になっています。このため、岩手県では明日の日中まで北西の風が強く、沿岸の海域では波が高いので各方面とも十分注意して下さい。予想される最大風速は海、山では15m/sから18m/s、平地では10m/sから15m/sです。

(3) 仙台飛行場強風警報（4月18日09時00分仙台航空測候所発表）

気圧の傾きが急で、今吹いている西よりの風は今夜初めまで続き、最大風速35kt前後、最大瞬間風速45kt～50ktが見込まれますので十分警戒して下さい。

2.7.3 花巻空港の事故関連時間帯における航空気象観測値

- 11:00 風向290°、風向変動250°～320°、風速14kt、最大33kt、最小5kt、視程20km、雲量3/8 積雲 4,000ft、気温13°C、露点温度3°C、QNH29.44in-Hg
- 12:00 風向300°、風向変動250°～330°、風速21kt、最大36kt、最小10kt、視程25km、雲量2/8 積雲 4,000ft、気温13°C、露点温度0°C、QNH29.41in-Hg
- 12:45 風向280°、風向変動240°～350°、風速20kt、最大41kt、最小7kt、視程25km、雲量1/8 積雲 4,000ft、気温14°C、露点温度-1°C、QNH29.41in-Hg
- 13:00 風向290°、風向変動250°～330°、風速23kt、最大39kt、最小11kt、視程30km、雲量1/8 積雲 4,000ft、気温13°C、露点温度-1°C、QNH29.42in-Hg

上記の観測値は、すべて滑走路20側における観測によるものであった。

（付図4 風向風速の記録、付図5 温湿圧計の記録参照）

2.8 航空保安施設等に関する情報

花巻空港の航空保安施設のうち、同機が使用したVOR/DME及び進入角指示灯(PAPI)は、事故当時、正常に運用されていた。

2.9 通信に関する情報

同機は東京管制区管制所(118.9MHz)、カンパニー・ラジオ(エアシステム信越130.25MHz)、札幌管制区管制所(133.8MHz)及び花巻レディオ(118.2MHz)と交信しており、その交信状況はいずれも良好であった。

2.10 飛行場及び地上施設に関する情報

花巻空港は、花巻市街地から約3km北にあり、岩手県が管理している。

花巻空港の標高は295ft、滑走路は真方位 $18^{\circ}30'$ / $198^{\circ}30'$ で、滑走路方位は02/20、長さ2,000m、幅45m、滑走路面はアスファルト・コンクリートで舗装されており、表面がグルーピングされている。

2.11 飛行記録装置及び操縦室用音声記録装置等に関する情報

同機には、米国サンドストランド社製FA542型飛行記録装置(以下「FDR」という。)及び同社製AV557A型操縦室用音声記録装置(以下「CVR」という。)が装備されていた。

2.11.1 FDR記録

同FDRは、データを金属箔に打刻して記録する方式で、時刻及び飛行データとして垂直加速度、指示対気速度、気圧高度及び機首磁方位の4項目が記録されている。各飛行データの記録頻度は、垂直加速度については1/10秒毎に、指示対気速度、気圧高度及び機首磁方位については1秒毎である。回収されたFDRは、発生した火災により外箱が煤けていたが、データが記録された金属箔の状態は良好であった。

読み取りの結果、各記録に約6秒から9秒間のデータ抜けが認められた。これは事故時の衝撃により発生したものと推定され、このデータ抜けが発生した時刻から約180秒後に垂直加速度が、また約210秒後には他の記録も停止していた。金属箔のコピー及び読み取った飛行データのうちハードランディングの手前約120秒間の記録を3.1.1項で補正したものをグラフにして、別添1に示す。

2.11.2 CVR記録

同CVRは、火災により焼け落ちた残骸の中から発見され、外箱が炎にさらされた状態であったが、記録の再生は可能であった。同機が12時12分39秒に仙台

空港飛行場情報放送（A T I S）を聴取したときから、12時47分40秒に滑走路上でかく座炎上して、乗客の緊急脱出が終了するまでの35分01秒間の操縦室内の音声や音響情報が記録されていた。

C V Rは4チャンネルで構成されており、チャンネル1は機内放送、チャンネル2は副操縦士、チャンネル3は機長、チャンネル4はエリア・マイクロホンとなっており、1～3チャンネルについては録音状況が比較的良好であったが、チャンネル4は雑音が多く、音声レベルが極端に低いため、運航乗務員の会話の内容を聴き取ることが極めて困難な状態であった。

C V R記録の内容を別添2に示す。

2.11.3 乗客により撮影されたV T R記録

V T R記録には、同機が花巻空港の最終進入経路を飛行中の約1分間の機内外の状況、着陸滑走している約40秒間の機内外の状況及びこの間に火災が発生した様子、撮影者が脱出後の乗客、乗組員の脱出する様子及び機体が炎上している状況等が記録されていた。

2.1.2 医学に関する情報

同機の乗組員5名及び乗客72名計77名中、乗組員1名及び乗客2名が重傷を負い、乗組員4名及び乗客51名が軽傷を負った。重傷者は収容された病院の診断によれば、乗組員1名（機長）は第12胸椎圧迫骨折、乗客1名は肋骨骨折、左胸腔内出血及び右足関節捻挫、他の乗客1名は頸椎及び腰椎捻挫であった。また、軽傷者は、頸椎捻挫（軽いむちうち）、打撲、捻挫等と診断された。

2.1.3 人の生存、死亡又は負傷に関係のある搜索、救難及び避難に関する情報

2.13.1 着陸時の状況

V T R記録によれば、着陸直前機体が揺れたため乗客の大声が上がり、また着陸滑走中、右翼付近で火災が発生したため機内がオレンジ色に照らされており、乗客は混乱に陥って大声を上げていた。

2.13.2 緊急脱出口

D C - 9 - 4 1型客室内の脱出口は前方左右に各1箇所、主翼翼上左右に各2箇所、後方に1箇所設けられている。

客室乗務員の脱出口の分担は運用規定により次のとおり規定されている。

前任客室乗務員 A	前方脱出口（左側）
客室乗務員 B	前方脱出口（右側）

客室乗務員C

後方脱出口

なお、主翼翼上脱出口については、客室乗務員の配置がなく、原則としてその脱出口の前に着座した乗客が客室乗務員の指示に従い脱出口を開放することとなっている。脱出に当たっては脱出口から主翼翼上に出た後、フラップを滑り台として地上に降りることとなっている。

2.13.3 緊急脱出時の状況

CVR記録及びVTR記録によれば、次のとおりであった。

機体の着陸後、乗客が混乱に陥り客室乗務員が大声で乗客を制止していた。

左主翼翼上脱出口から脱出した乗客は、翼の前縁より脱出を行っていた。

また、乗客が緊急脱出中エンジンが作動していた。

機長が脱出を指示してから、客室乗務員が乗客の脱出の確認を機長に報告するまでの所要時間は、86秒であった。

緊急脱出に使用された脱出口は、前方脱出口（左側）と左主翼翼上脱出口2箇所の計3箇所であった。

なお、それぞれの脱出口から脱出した乗客の判明している数は、前方脱出口（左側）24名、左主翼翼上脱出口41名であった。

2.13.4 乗組員の緊急脱出時の対応

(1) 乗組員の緊急対策訓練

同社の規定により、運航乗務員及び客室乗務員は緊急対策訓練を毎年一回実施することになっている。同社の記録によれば、機長及び3名の客室乗務員についてはこの訓練が実施されていたが、副操縦士は平成3年12月19日に行われて以降実施されていなかった。

(2) 運航乗務員の対応

CVR記録及びVTR記録によれば、次のとおりであった。

機長は、機体が停止してから、副操縦士及び客室乗務員より機体の右側で火災が発生していることを告げられ、左側から緊急脱出を行うよう客室乗務員に指示した。その後、機長は客室乗務員から乗客の脱出が終了した旨報告を受けた後、脱出口でエンジンが作動しているのに気づき操縦室に戻った。その後エンジン音が停止した。

(3) 客室乗務員の対応

CVR記録及びVTR記録によれば、次のとおりであった。

客室乗務員は、着陸時機体右側で発生した火災で混乱に陥った乗客が席を立ち、また主翼翼上脱出口を開けようするのを大声で制止した。

機体が停止後、機長に対し機体の右側で火災が発生している旨報告を行い左側から緊急脱出する指示を受けた。

緊急脱出に当たって乗客に「落ち着いて」、「荷物を持たないで」等声をかけていた。

客室乗務員の配置は、前方脱出口（左側）に2名、左主翼翼上脱出口に1名であった。

なお、後方脱出口担当客室乗務員の口述によれば、機体右側で火災発生を認知しNo.2エンジンの火災が想定されることから、右側脱出口及び後方脱出口からの脱出は危険であると判断し開放しなかったとのことである。

2.13.5 花巻空港の消火救難体制

(1) 花巻空港の消火救難組織の概要

花巻空港における消火救難業務は、管理者である花巻空港管理事務所（岩手県）が行うことになっており、岩手県防災計画により、花巻空港に事務所を有する団体との間で「花巻空港消火救難業務に関する協定」が締結されている。

また、関係機関として消防署、警察署、病院等が定められており適時応援を求めることができる体制になっている。

(2) 花巻空港の消火機材及び要員について

花巻空港には、化学消防車1台が配備されており、消防要員は花巻市消防署から派遣された3名が勤務している。

(3) 消火救難訓練

「花巻空港消火救難業務に関する協定」第10条（訓練）の項に、定期的に総合訓練を実施することが記載されている。総合訓練は、平成元年11月8日に行われた以降実施されていなかった。

なお、消防要員の訓練として、凍結期間を除き2週間に1度放水訓練が行われている。

2.13.6 消火救難活動

(1) 消火救難業務の要請及び消火救難車両の出動

花巻空港管理事務所は、12時45分ごろ花巻空港出張所の航空管制情報官から火災発生の通報を受け、化学消防車1台を出動させるとともに関係機関である花巻市消防署、警察署等に対し応援を要請した。

12時47分ごろに花巻空港の化学消防車、12時56分ごろに花巻市消防署石鳥谷分署の水槽付消防ポンプ車、12時58分ごろに花巻市消防署の化学消防車、消防ポンプ車、水槽付消防ポンプ車、水槽車、運搬車及び指令車各々

1 台が現場に到着した。更に 13 時 02 分及び 13 時 17 分ごろに花巻市消防署の救急車が 2 台到着した。

(2) 消火救難活動

花巻空港管理事務所の消防待機室から出動した消防要員によれば、消火救難活動は次のとおりであった。

当日は風が強く、航空機の着陸の様子を見ていたところ、機首から接地して「どーん」と大きな音が聞こえた。とっさに事故になると思い、出動の準備をした。出動の直前に管理事務所から出動命令があり、12 時 45 分ごろに化学消防車を出動させた。

エプロンを走行中、滑走路の北端あたりで黒煙が約 20 m の高さまで昇っているのが見え、機体の約 900 m 手前まできたところで機体から火が出ているのが見えた。

現場に到着したのは 12 時 47 分ごろであり、乗客はすでに脱出し、避難していた。

機体の右後方に化学消防車を停止させ、直ちに消火活動を開始した。右主翼の付け根部分から火が出ており、右後方約 10 m の位置から泡沫消火剤を放射したが、西風が強く泡沫消火剤が約 5 m しか飛ばなかったため、機体の左側に回り込み再び消火活動を実施した。消火活動実施中「どん、どん」という爆発音が 5、6 回聞こえ、その後、機体は中央付近から 2 つに折れた。

12 時 58 分ごろ花巻市消防署の化学消防車が到着して消火活動に参加し、13 時 25 分ごろ鎮火した。

乗客は、機体から西側に約 200 m 離れた芝生上に避難した後、救急車及びバスで空港ターミナルビルに収容され、負傷者は要請により出動した医師により簡易な手当を受け、負傷者の内 20 名が救急車により病院に収容された。

(付図 2 参照)

2.14 事実を認定するための試験及び研究

2.14.1 滑走路上に残された痕跡

滑走路上には、同機が最初に接地し、バレーニングして再度接地し、その後機体が右に傾き右翼端を接地させた後、滑走路上を滑走して停止するまでの間の痕跡が残されていた。

滑走路 02 末端から 97 m (滑走路 02 の接地点標識の手前約 200 m) の地点に右主脚、99 m の地点に左主脚、110 m の地点に前脚のタイヤ痕が認められ、前脚タイヤの痕跡は機体の中心線から約 3 m 左にずれていた。これらの接地痕と主

脚及び前脚の位置関係から、同機の接地時の機首方位は、滑走路02に対して左に約10°であった。

また、同末端から111m及び116mの地点には前脚の後部ドア、ホイール及びアクスル等の接触によると思われる痕跡が認められた。

続いて、同末端から426mの地点に左主脚、433mの地点に右主脚、445mの地点に前脚が、それぞれ再度接地したタイヤ痕が認められた。

この地点から約50mの地点の滑走路の右ショルダには、右主翼端が接触した痕跡が認められた。

引き続き、同末端から約600mの地点から前脚のアクスル部分等が滑走路面上を擦り、機首を滑走路中心線に対して約10度左に向け、滑走路をゆるやかに蛇行しながら機体が停止するまでの約1,400mにわたって、前脚及び主脚の痕跡が残されていた。なお、前脚の痕跡と左主脚の痕跡はほとんど重なった状態であった。

また、同機が再度接地したと思われる地点から機体が停止した地点までの間には、右主脚の痕跡に沿って燃料が燃えた跡が認められ、機体が停止した位置の手前約300mから溶解したアルミ片が点在していた。滑走路02末端から約740m及び約1,000m付近の東側着陸帯の芝生約200m²が、焼損していた。

(付図6参照)

2.14.2 落下部品

右主脚が最初に接地した付近の滑走路には、右主脚取り付けフィッティングのボルト1本が切断して落下していた。

右主脚取り付けフィッティングのボルトが落ちていた付近から機体が停止したあたりまで、滑走路及び東側着陸帯には、前脚格納室内の構造部材、前脚のホイール及びウォーター・デフレクタ等の部品及び破片が多数落下していた。

前脚の右側タイヤは、東側着陸帯内に落下していた。

右側フラップ後縁の外板と認められる破片が、東側着陸帯に落下していた。

ノーズ・レドームのラッチ1個が、滑走路端から約270mの滑走路に落下していた。

多数の破断したリベット片が、滑走路及び東側着陸帯に落下していた。

2.14.3 事故後の機体等の状況

(1) 機体の状況

ア 前脚前方ドアが開いていた。

イ 前方左側扉は開放され、脱出スライドが展張されていた。

ウ 左側主翼上2箇所の非常脱出口が開放されていた。

エ 左主翼フラップはフル・ダウン位置であった。

オ 左主翼スラットはエクステンデ位置であった。

カ 左主翼スポイラはストウ位置であった。

キ ホリゾンタル・スタビライザのリファレンス・リベットの位置は、バーチカル・スタビライザのリファレンス・リベットから約85mm下側にあった。

ク 両方のエンジン共、スラスト・リバーサはストウ位置であった。

(2) 操縦室及び計器類の状況

ア 主な計器の指示は、次のとおりであった。

(ア) 高度計	左	QNH : 29.41 in-Hg バグ : 290 ft、880 ft
	右	QNH : 29.41 in-Hg バグ : 290 ft、890 ft
(イ) 電波高度計	左	バグ : 200 ft
	右	バグ : 200 ft
(ウ) 速度計	左	バグ : 119 kt、128 kt、142 kt 167 kt、190 kt
	右	バグ : 120 kt、128 kt、141 kt 166 kt、190 kt
(エ) H S I 機首方位	左	: 041°
	右	: 041°
(オ) R M I 機首方位	左	: 041°
	右	: 041°
(カ) 全燃料計		: 19,250 lb
(キ) 燃料油量計	左メイン	: 6,600 lb
	右メイン	: 4,000 lb
	センタ	: 4,000 lb
	オグジャリ	: 1,100 lb

イ スイッチ及びレバー等の位置は、次のとおりであった。

(ア) オートマチック・ブレーキ・セクタ	: オフ
(イ) ラダー・ハイドロリック・コントロール・レバー	: オン
(ウ) フューエル・クロスフィード・レバー	: オフ
(エ) ラダー・トリム・コントロール	: 左0.5
(オ) エルロン・トリム・コントロール	: 中立
(カ) ロンディチュカディナル・トリム・インジケータ	: -1.5
(キ) スピード・ブレーキ・レバー	: 最前方

(ク) オートスロットル	: ディスエンゲージ
(ケ) パワー・レバー	: 左右ともアイドル
(コ) スラスト・リバーサ・レバー	: 左右とも最前方
(タ) フューエル・コントロール・レバー	: 左オフ、右オン
(チ) フラップ・コントロール・ハンドル	: フル・ダウン
(ツ) エンジン・ファイヤ・ハンドル	: 右プル

2.14.4 右主脚取り付け部の調査

右主脚アタッチ・フィッティング周辺の主翼構造部材は、焼損してフィッティング部分で分離しており、熱により溶断されていた。

右主翼下面の右主脚アタッチ・フィッティングの取り付けボルト2本が切断されており、うち1本が滑走路上で発見された。この2本のボルト孔は楕円状に変形しており、この変形状態から機体にかかった荷重の方向は右前方からであり、機体の中心線に対して約10°の方向であった。

また、同箇所の他の5本のボルトの頭部の欠損が認められるとともに、これらのボルトは段付き変形をしており、この変形状態は、上記の2本のボルト孔の変形と同じ様相を呈していた。

2.14.5 右主翼後主桁の調査

右主翼ルート部の後主桁ウェブは、中央主翼と外側主翼との接合部で多数のロック・ボルトの切断を伴って破断していた。これらボルト孔は楕円状に変形しており、この変形状態は右主脚が上方に突き上げられた様相を呈していた。ウェブの破断面は炎にさらされ溶解していた。

また、右外側主翼後主桁のウェブ及び下側スパー・キャップが、右主脚アタッチ・フィッティングの内側で破断していた。

2.15 その他必要な事項

2.15.1 ルートマニュアルに記載された花巻空港の気象特性

同社のルートマニュアルには、花巻空港の風の特性として、風向は年間を通して西よりの風が多く、風速は冬から春にかけ低気圧が発達しながら北海道からオホーツク海を北東に進むとき強い西よりの風が吹くこと等が記載されている。

(別添3参照)

2.15.2 横風限界

離着陸時の最大横風値について、同社の運航規程によれば、次のとおりである。

離着陸時の最大横風値(平均風)は滑走路がドライ及びウェットの状態で25 ktとする。この値は、制限値ではないができるかぎりこの値以下で運航すること。

ただし、離陸開始後または着陸決定後の一時的な超過は許容する。

また、運用規定(DC-9-41)によれば、次のとおりである。

離着陸時の横風速度制限は、滑走路面がドライ及びウェットの状態で25 kt(平均風)である。(別添4参照)

なお、同型式機の型式証明において、乾いた滑走路面で実証された離着陸時の最大横風成分(平均風)は38 kt(-41型機に適用)である。

2.15.3 同機の操縦

同機の操縦はCVR記録によれば、12時20分ごろから同機がハードランディングするまでの間は副操縦士が操縦を行っていたと読み取れる内容である。

また、運航乗務員の口述によれば、同機の操縦は、名古屋空港の離陸時から巡航高度までは副操縦士が行い、その後一旦機長と交替し、新潟上空を通過後花巻手前約100 nmで再び副操縦士に交替し、ハードランディングするまでの操縦は副操縦士が行ったと述べている。

2.15.4 副操縦士の右席で操縦できる範囲

同社の運航乗務員訓練審査実施規定によれば、機長が当該型式の機長発令後6か月以上経過し、所定の教育及び点検を終了した者で、副操縦士が当該型式の副操縦士発令後6か月未満の場合は、副操縦士が右席で操縦できる実施範囲は上昇、巡航、降下、進入のみである。

なお、機長が路線教官、飛行教官又は査察操縦士の場合は、副操縦士の経験要件に関わらず離着陸を含む全ての範囲を行わせることができる。その際、副操縦士が離着陸を実施する条件として、横風成分は13 kt以下である。

当該機長は上記の路線教官、飛行教官又は査察操縦士の資格を有しておらず、当該副操縦士が副操縦士発令後6か月未満であるので、副操縦士が右席で操縦できる範囲は、上昇、巡航、降下及び進入までである。

(別添5参照)

2.15.5 同機が飛行前及び飛行中に入手した花巻空港の風の情報

時 刻	入手先	風 の 情 報
11:00	名古屋運航管理者	(R/W20) 290° 風向変動250°～320° 14kt 最大33kt 最小5kt
12:00	エアシステム信越	(R/W20) 280° 風向変動250°～330° 21kt 最大36kt
12:31	花巻レディオ	(R/W20) 280° 14kt 最大22kt 最小8kt (R/W02) 280° 26kt 最大34kt 最小20kt
12:36	花巻レディオ	(R/W02) 280° 25kt 最大32kt
12:37	花巻レディオ	(R/W02) 290° 21kt 最大28kt
12:39	花巻レディオ	(R/W02) 280° 23kt 最大40kt 最小14kt
12:40	花巻レディオ	(R/W02) 280° 30kt 最大44kt 最小18kt
12:42	花巻レディオ	(R/W02) 280° 25kt 最大34kt 最小20kt

2.15.6 失速速度及び進入速度

同社の運用規定によれば、事故当時の同機の失速速度（ V_s ）は91kt、基準進入速度（ V_{REF} ）は118kt、12時00分の花巻空港の風速をもとに算出すると目標進入速度（ V_{TG} ）の最大は133kt、最小123ktとなるが、滑走路状態、滑走路長を考慮して目標進入速度（ V_{TG} ）は決定することとされている。

調査の結果、同機の速度計にセットされていた目標進入速度（ V_{TG} ）のバグは128ktであった。

3 事実を認定した理由

3.1 解析のための試験及び研究

3.1.1 FDR記録の補正

飛行データを実際の数値に変換するに際し、同FDRが前回整備されたときに記録された校正值を使用して計算を実施した外、補正は次のとおりである。

(1) 垂直加速度

同機が名古屋空港を出発前、機体が停止していたときの記録値を1Gとして補正した。

(2) 指示対気速度

接地寸前の低高度においては地面効果を補正した。

(3) 気圧高度

同機がハードランディングした際データ抜けが発生し、データの記録が再開されてから約5秒間の平均値を花巻空港の標点の高さとし、接地寸前の低高度においては地面効果を補正して高度とした。

(4) 機首磁方位

記録結果が、同機が花巻空港の滑走路上で停止したときの機首方位と概ね一致していたため、補正は実施しなかった。

(5) 時間軸

CVRに記録された最初に接地したときの音と、データ抜けが発生した時刻を一致させたが、データの記録頻度から垂直加速度には最大±0.05秒、他のデータには最大±0.5秒の誤差が考えられる。

なお、FDRの精度は製造会社の資料によれば、次のとおりである。

垂直加速度 ± 0.2 G

指示対気速度 ± 10 kt

気圧高度 ± 100 ft (高度1,000 ft～2,000 ftにおいて)

 ↓
 ± 700 ft (高度50,000 ftにおいて)

機首磁方位 ± 2°

時間軸 ± 1% (8時間につき)

3.1.2 気象解析 (付録参照)

(1) 概要

花巻空港における気象観測資料によれば、事故当日の08時55分ごろ、風向が南寄りから西寄りに変化するとともに風速が急増していることから、同時刻ごろ寒冷前線が花巻空港付近を通過したものと推定される。

また、風速は一旦少し弱まったが、11時20分ごろから最大瞬間風速は大きくなり、風の変動は激しくなっている。

これは、寒冷前線の通過後、上空の前線面（逆転層）が奥羽山脈の上に達し、いわゆる“山越え気流”の性質をもった強風が発達したものと推定される。

本事故は、風速の変動が最も激しいところに発生したものである。

(2) 事故当時の花巻空港における地上風の特徴

花巻空港における地上風は、奥羽山脈を越えて来る山越え気流で、風速変動の激しい西風であった。

なお、この日の最大瞬間風速は滑走路02の風向風速計において11時51分に48.3 ktを記録している。また、滑走路20の風向風速計において記録さ

れたこの日の最大瞬間風速は46.4ktであり、盛岡地方気象台花巻空港出張所が1983年から1993年まで、滑走路20の風向風速計について行った統計では、4月としては第5位（1位は51.8kt）であった。

(3) 同機が進入・着陸時に受けた風の推定

滑走路02の風向風速計の記録による事故関連時間帯の滑走路02の最大瞬間風速は、12時32分に48.1ktが記録されており、ハードランディングした時間に極めて近い時間である12時44分には風向330°、最大瞬間風速46.5ktであり、その直後には風速が26ktまで急減していることから、強いウインド・シヤーがあったことが推定される。

(4) ウインド・シヤー

ICAOのサーキュラ（付録の文献3参照）によれば、ウインド・シヤーは、上昇流と下降流も含めて、空間における風向又は風速の変化とされている。

また、ウインド・シヤーの強度は、light、moderate、strong、severeに分類されており、“severe”は、遭遇すれば航空機の飛行能力を超えてしまうような強度と持続時間をもったウインド・シヤーであり、操縦が困難になるとされている。

同機が接地直前に遭遇したウインド・シヤーはSevereの範囲にあるものと推定される。

3.1.3 火災発生の際緯

(1) 機体が損傷した状況

機体の細部調査、FDR記録及び滑走路上に残された痕跡及び部品の状況等から、同機は機首下げ右バンクの状態で機首を左に向け右に横滑りしながら、滑走路にハードランディングした。

このため、機体に設計強度以上の荷重がかかって、前脚が損傷し、タイヤ、ホイール及びアクスルが滑走路に接触するとともに、右主脚接地時に右主脚アタッチ・フィッティング周りの主翼構造部材が損傷し、その後、バルーニングして再び接地し、主翼構造部材の損傷が増大したものと推定される。

(2) 火災発生の推定

バルーニング後の接地時に、主翼構造部材の損傷により燃料が漏れると共に火花が発生し、漏れた燃料に引火したものと推定される。

着陸滑走中に右主翼下で火災が発生した後、同機の滑走速度が減速して行くとともに火勢が増して、風が強かったこともあり機体が停止した後に火災が一層大きくなって、右主翼及び胴体部分のほとんどが焼失した。

なお、東側着陸帯2カ所の芝生の火災については、西寄りの風が強かったた

めに、火炎が吹き流されたためと思われる。

3.1.4 同機の着陸距離

同機の滑走路に残された痕跡は、最初の接地、及び約300mの間をバルーニングした後、再度接地してから機体が停止するまでの間の約1,500mにわたって残されていた。機体は滑走路02末端から約1,960mの地点に停止しており、最初の接地から約1,860mであった。

着陸時の進入速度118kt、重量85,252lb、風による補正-3kt、空港の気圧高度767ftの条件で、着陸距離は約750m(2,460ft)と推算される。同機が約1,860mの距離を要したことについては、異常な着陸をして、バルーニングしたこと、及び降着装置が損傷し左主脚の外側タイヤがバーストしブレーキ系統が左右の主脚の内側タイヤの系統のみしか作動しなくなりブレーキの効が悪くなったことが考えられる。(付図7参照)

3.1.5 GPWS

同機には、GPWSが装備されており、各モードの作動条件及びそのモードに応じた警報音は別添6に示すとおりである。

CVR記録及びFDR記録によれば、同機が接地する12秒前に、高度約460ftで電波高度計200ftにセットされていたモード6「ミニマム、ミニマム」の警報音が鳴った。また、同9秒前にはモード1「シンクレイト」の警報音が一回鳴った。シンクレイトの警報音が鳴ったときの高度は約390ft(対地高度約130ft)であった。シンクレイト警報音作動前3秒間の同機の降下率を推算すると約1,400ft/minとなり、GPWSのシンクレイト警報音の作動範囲(1,200~1,400ft/min)内であったものと推定される。

なお、このGPWSは対地高度50ft以下では作動しない。

3.1.6 最終進入プロファイルの推定

(1) 垂直加速度

FDR記録によれば、最終進入中の垂直加速度は0.8Gから1.1Gの間で、小刻みに激しく変化している。

同機が接地したときの値は計測範囲(-3~+6G)に記録されていないこと及び機体の損傷状況から、+6Gを超えていたものと推定される。

(2) 指示対気速度

FDR記録によれば、指示対気速度は、同機の接地約100秒前から約38秒前まで、最大140kt、最小120ktの間を、短い時間間隔でかなり早く変

化している。接地約38秒前から約30秒前までは約140ktから約121ktまで小刻みに変化しながら減速し、その後約26秒前から約16秒前までは約120ktから約148ktまで、約10秒間で約28kt増速している。

接地約16秒前から約8秒前までは、約148ktから約118ktまで、約8秒間で30kt減速し、その直後、瞬間的に約131ktまで増速した後、接地約3秒前までの約5秒間に、約109ktまで約22kt減速している。

(3) 降下率

FDR記録によれば、同機は、降下率をかなり変動させながら、接地約38秒前に高度約735ftまで降下した。

接地約38秒前から、短い時間間隔で降下率が大きく変動し、降下と上昇を繰り返した後、約4秒前、高度約370ftから急激に降下した。

接地約9秒前に、GPWSのシンクレイト警報音が鳴っていることから、この直前の降下率は、1,200~1,400ft/minの間であったと推定される。

(4) クラブ

FDR記録によれば、機首方位は、接地約30秒前から接地前までは約000°から約006°までの間で変化しており、最終進入中のクラブは風に対して適切に取られていたものと推定される。

(5) 接地時の機体姿勢

2.14.1項に述べたように、同機はクラブ修正操作及びフレア操作を行う間もなく、接地したものと推定される。

また、バレーニングした後の接地は左主脚、右主脚、前脚の順であったものと認められる。

3.2 解析

3.2.1 機長及び副操縦士は、適法な航空従事者技能証明及び航空身体検査証明を有していた。

3.2.2 同機は有効な耐空証明を有し、所定の整備及び点検が行われていた。

3.2.3 調査の結果、同機は事故発生まで異常はなかったものと推定される。

3.2.4 機長は副操縦士に着陸を行わせることができる要件を、また副操縦士は着陸を行うことができる要件を有していなかった。

3.2.5 飛行中に通報を受けた花巻空港の風は、副操縦士が着陸を行うことができる横風速度制限値を大幅に超えていたものと認められる。

- 3.2.6 3.1.6項に述べた垂直加速度、指示対気速度及び降下率の変化の状況から、同機は、最終進入中、ウィンド・シヤーの影響を受けていたものと推定される。
- 3.2.7 3.1.6項に述べた指示対気速度の変化は、風の急激な変動によるものと推定され、接地直前には激しいウィンド・シヤーに遭遇したものと推定される。
- 3.2.8 機長及び副操縦士は、ランディング・ブリーフィング前に入手した風の情報を考慮して、基準進入速度に10ktを加えた速度を目標進入速度としたものの、その後、最終進入時、風速が大きく変動する中で指示対気速度の大きな変動があり、更に、GPWSのシンクレイトの警報音が鳴ったにもかかわらず、機長は副操縦士に操縦を委ねたままであることなど、これに適切に対処した様子がCVR記録から窺われなかったことから、ウィンド・シヤーに対する関心が低かったものと推定される。
- 3.2.9 同機は左にクラブを取ったまま前脚から接地したものであり、ウィンド・シヤーにより、過走帯付近から対気速度が急速に低下したため、クラブ修正操作及びフレア操作を行う間もなく急激に降下したものと推定される。
- 3.2.10 同機が損傷したのは、制限降下率を大きく超える降下率で、かつ、異常な姿勢でハードランディングしたことによるものと推定される。
- 3.2.11 火災は、同機がハードランディングした際に損傷を受け、バレーニングした後、再度の接地時にさらに損傷が増大して、燃料に引火して発生したものと推定される。
- 3.2.12 同機の着陸距離が長くなったことについては、約300mバレーニングしたこと、及び異常な着陸であったため降着装置が損傷しブレーキの効きが悪くなったことによるものと推定される。
- 3.2.13 緊急脱出に際し、No.1エンジンの停止操作が適切に行われなかったものと認められる。
- 3.2.14 消火活動は、強風のため消火の開始に時間を要したものと推定される。

4 原 因

本事故は、風向風速が大きく変動する強風下で、ウインド・シヤーに対する十分な警戒をすることなく着陸のための進入を行い、過走帯付近を通過する際、激しいウインド・シヤーに遭遇したため、機体が急激に降下して、ハードランディングし、火災が発生したことによるものと推定される。

5 所 見

本事故は、風向風速が大きく変動する気象条件下で着陸しようとした際、ハードランディングしたことによるもので、このような気象条件下で着陸する場合は、常に機を失せず着陸復行をすることも含め安全上最適の措置をとるよう、細心の注意を尽くして運航することが必要である。

なお、機長及び副操縦士は、定期航空運送事業に従事する運航乗務員としての使命を自覚して、それぞれの職分に応じ、より一層安全意識に徹することが肝要である。

6 参考事項

本事故に関し、運輸省航空局及び航空会社により講じられた措置は、次のとおりである。

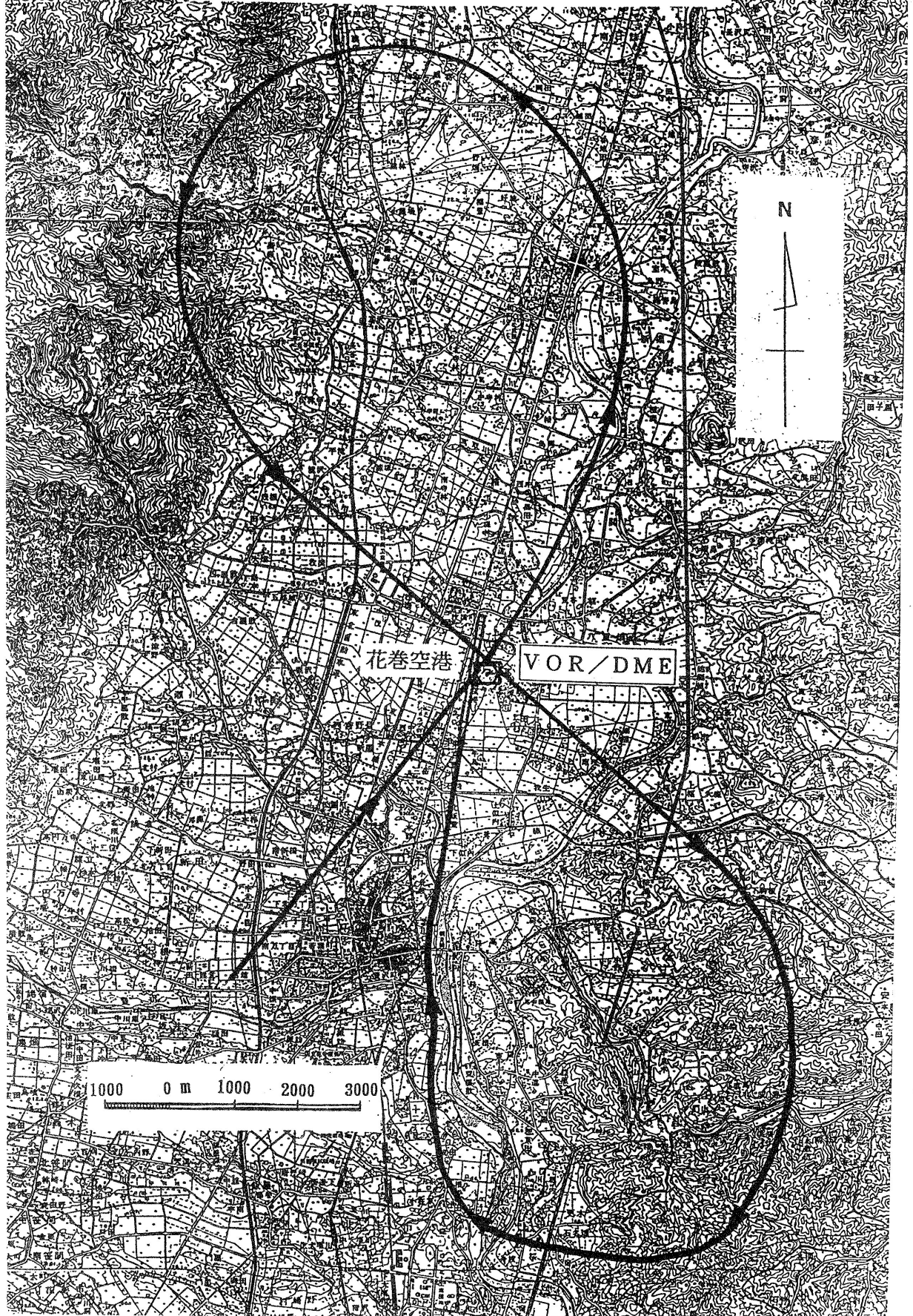
1. 運輸省航空局が講じた措置

- (1) 平成5年4月19日、定期航空会社等に対して「安全運航の確保について」通達を行った。
- (2) 平成5年6月24日、各空港管理者に対して「地方公共団体の管理する空港等における消防体制及び救急医療体制の整備について」通達を行った。
- (3) 平成5年5月14日、(株)日本エアシステムに対して、平成5年4月27日～30日の間立入検査を行い、その結果に基づき、安全運航確保のための業務改善勧告を行った。

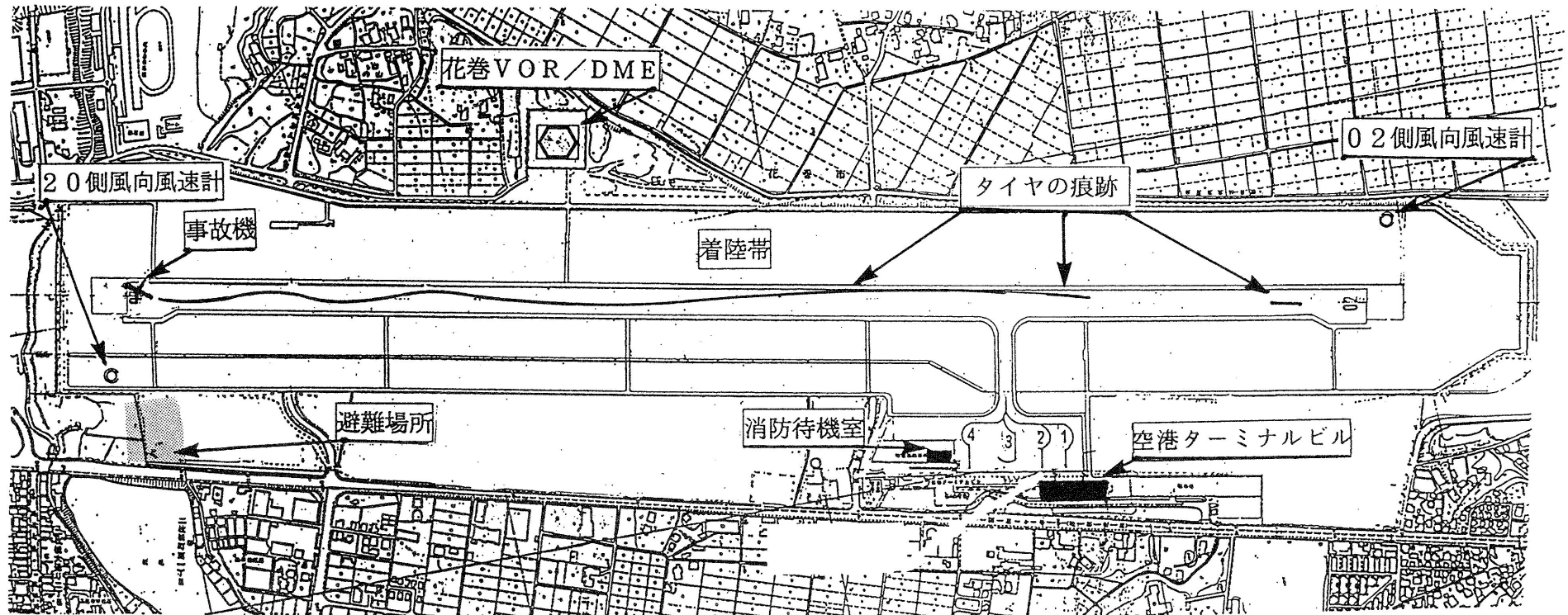
2. (株)日本エアシステムが講じた措置

平成5年5月31日、運輸省航空局の業務改善勧告等に対して業務改善対策が行われた。

付図1 推定飛行経路図

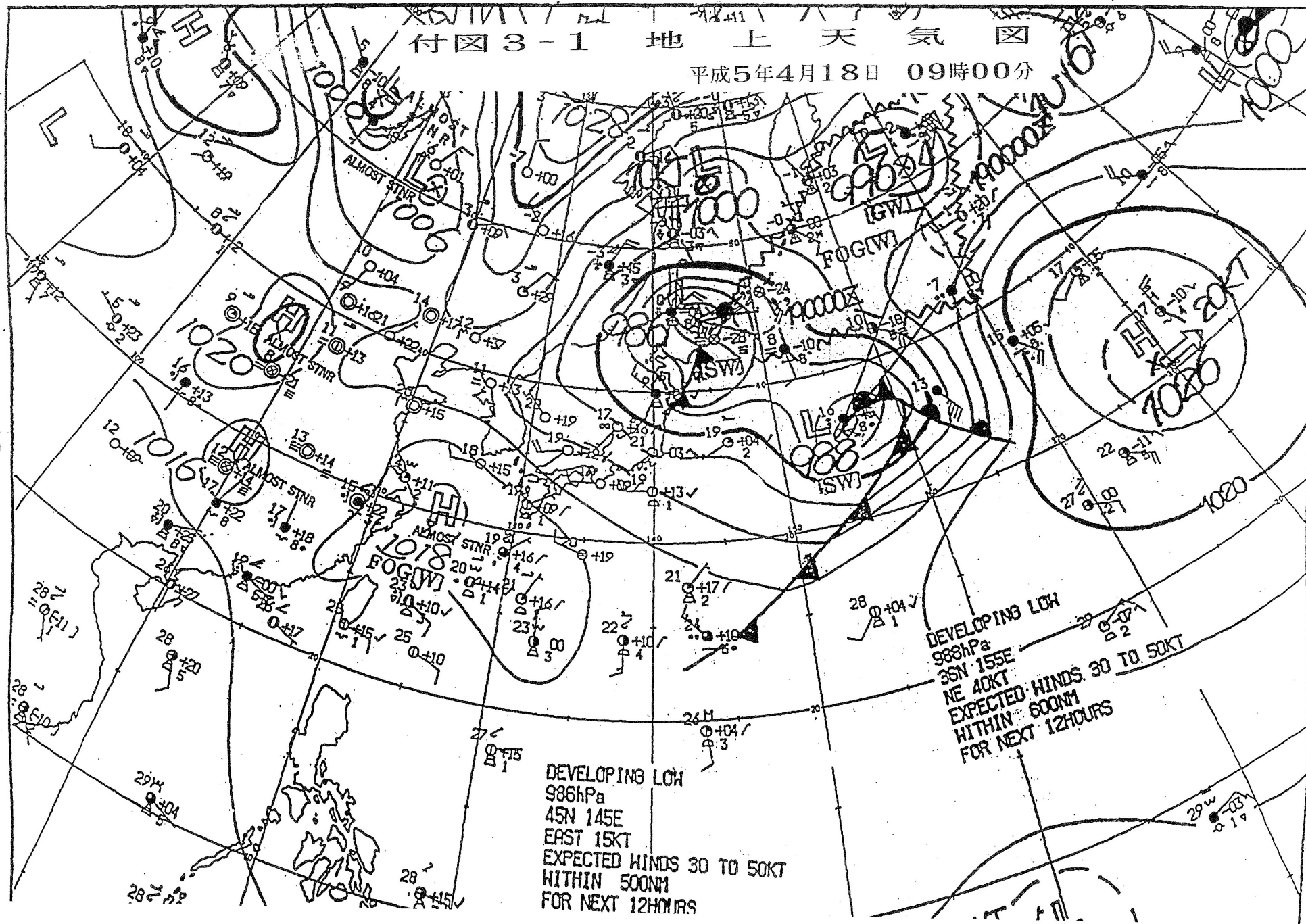


付図2 現場見取り図（花巻空港）



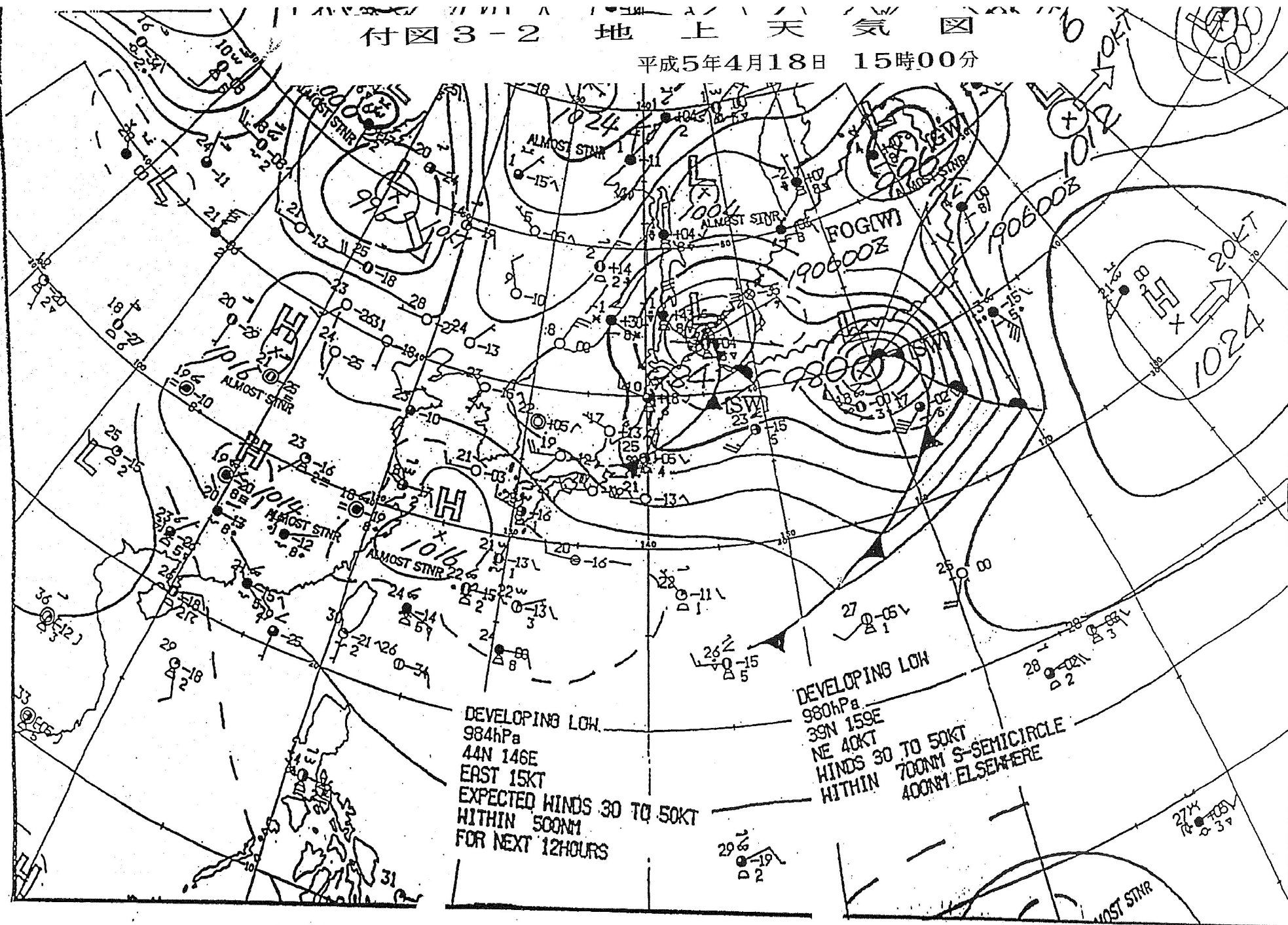
付図3-1 地上天気図

平成5年4月18日 09時00分



付図3-2 地上天気図

平成5年4月18日 15時00分



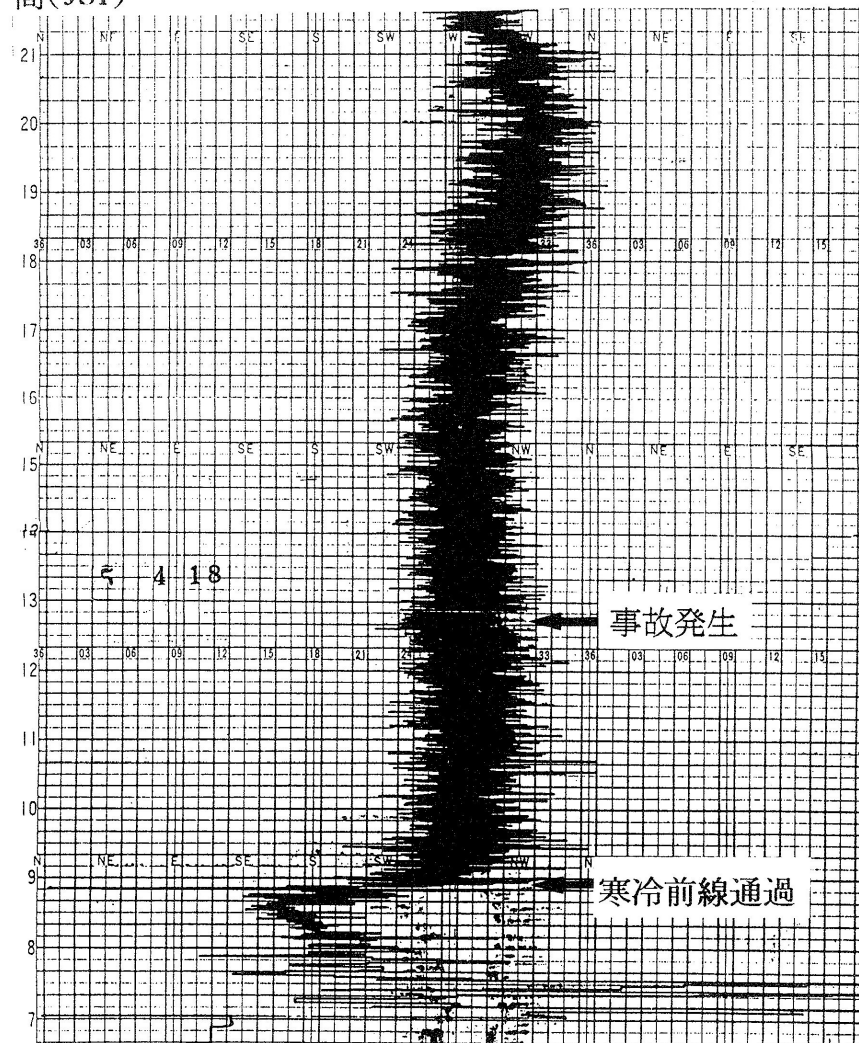
DEVELOPING LOW.
984hPa
44N 146E
EAST 15KT
EXPECTED WINDS 30 TO 50KT
WITHIN 500NM
FOR NEXT 12HOURS

DEVELOPING LOW
980hPa
39N 159E
NE 40KT
WINDS 30 TO 50KT
700NM S-SEMICIRCLE
WITHIN 400NM ELSEWHERE

付図 4 - 1 瞬間風向風速の自記記録(滑走路02)

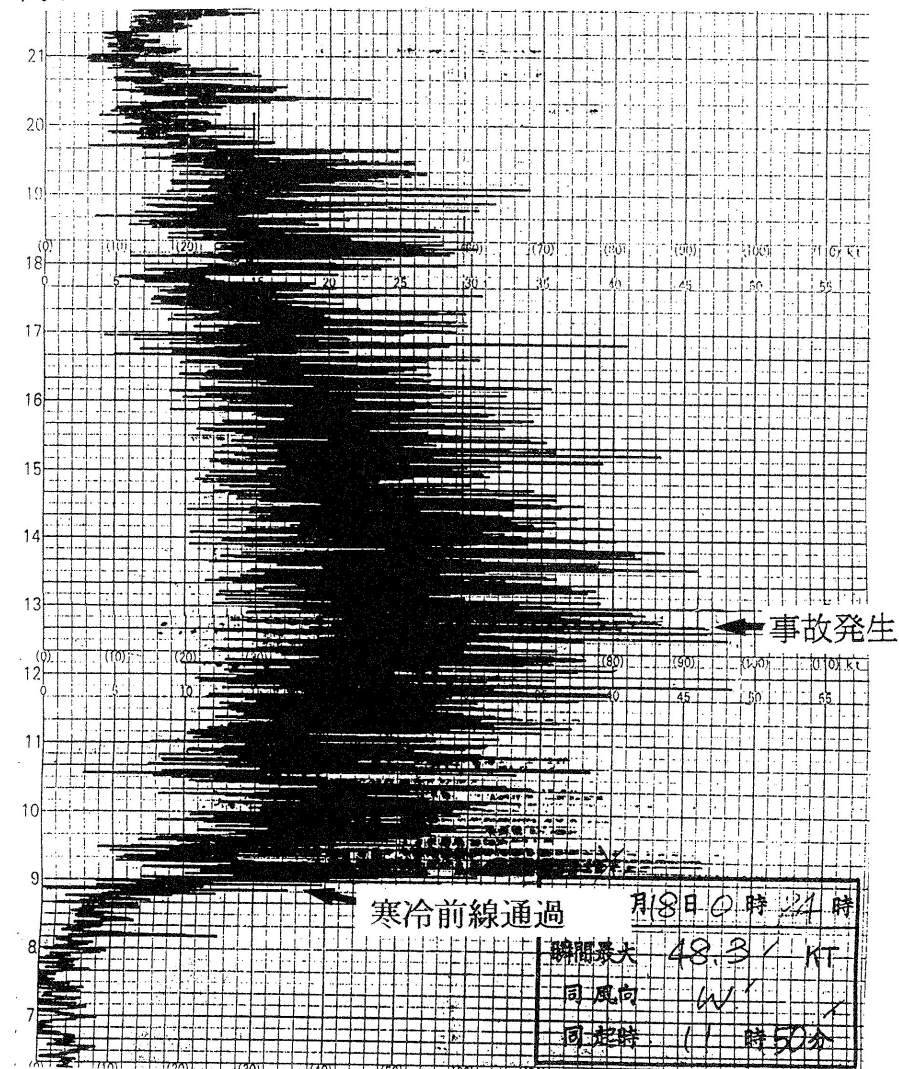
平成5年4月18日 07時~21時

時間(JST)



風向

時間(JST)

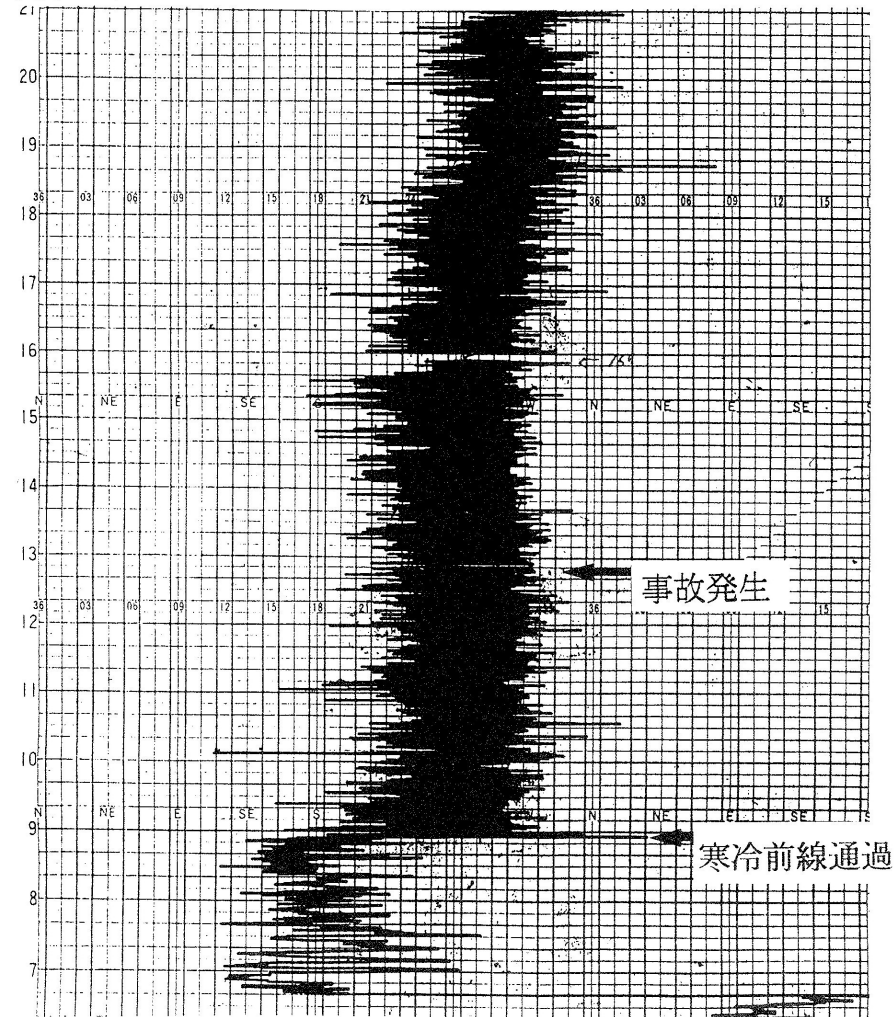


風速

付図 4 - 2 瞬間風向風速の自記記録(滑走路20)

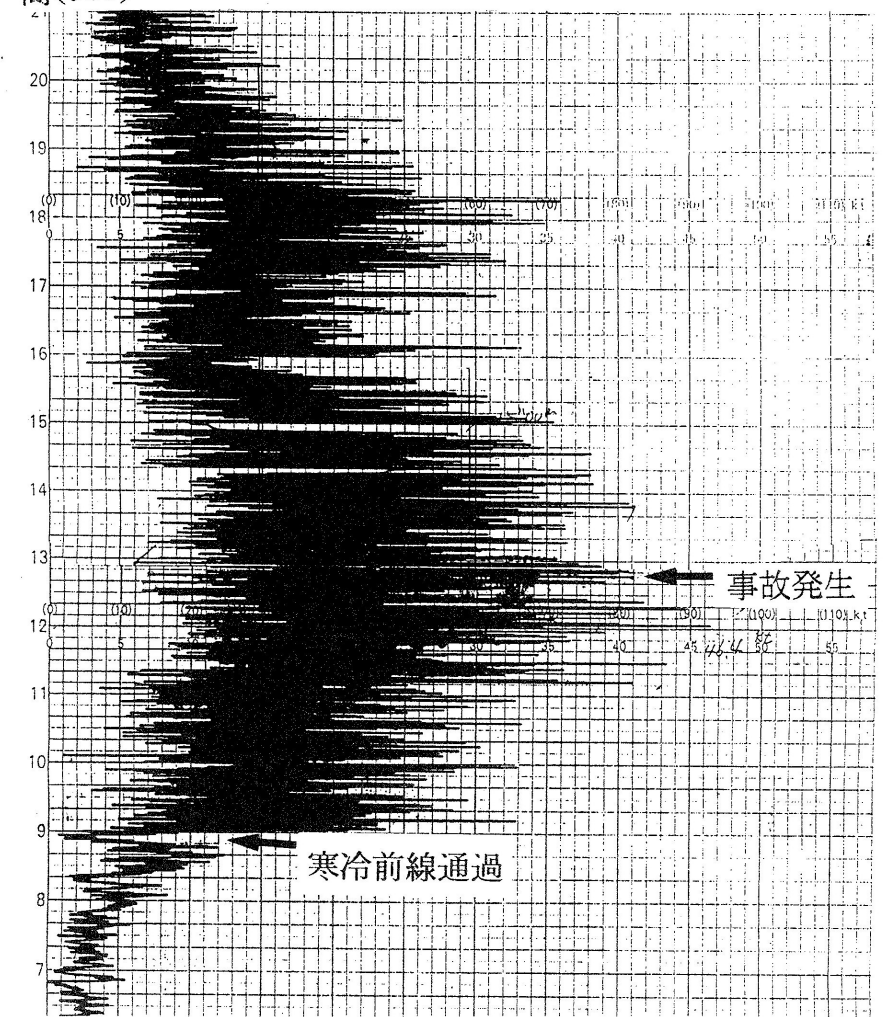
平成5年4月18日 07時~21時

時間(JST)



風向

時間(JST)



風速

付図 4 - 3 2 分間平均風向風速計の記録

平成5年4月18日 (滑走路02)

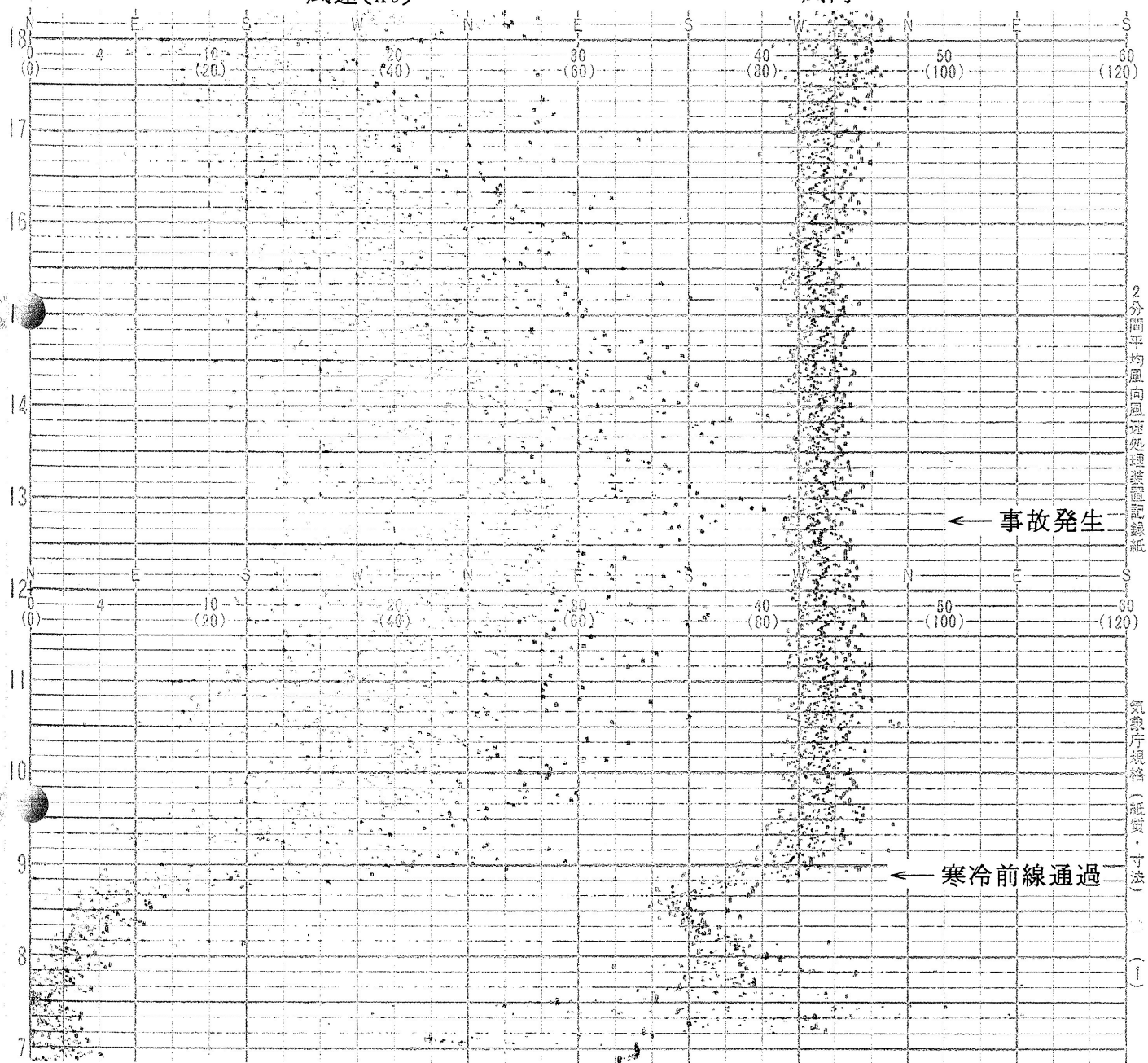
*風向平均値及び極値は磁方位

時

間(JST)

風速(kt)

風向



2分間平均風向風速処理装置記録紙

気象庁規格(紙質・寸法)

(1)

滑走路に対する真横風

風 速	色	風 向	色
最小風速	茶	風向 C W	緑
平均風速	青	平均風向	紫
最大風速	黒	風向 C C W	赤

風向 C W : 平均風向に対する右回り極値

風向 C C W : 平均風向に対する左回り極値

付図 4 - 4 2 分間平均風向風速計の記録

平成5年4月18日 (滑走路20)

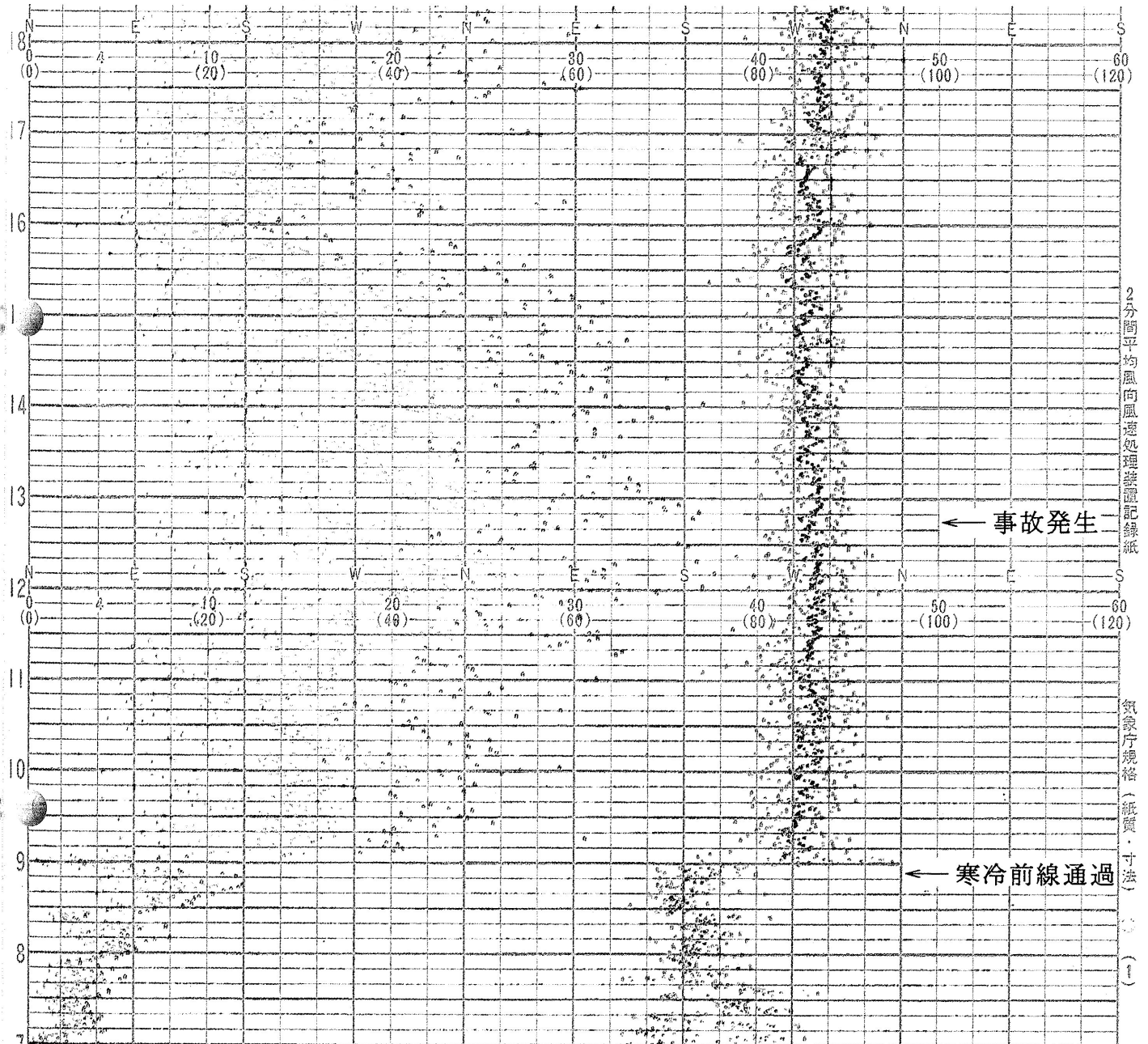
* 風向平均値及び極値は磁方位

時

間(JST)

風速(kt)

風向



滑走路に対する真横風

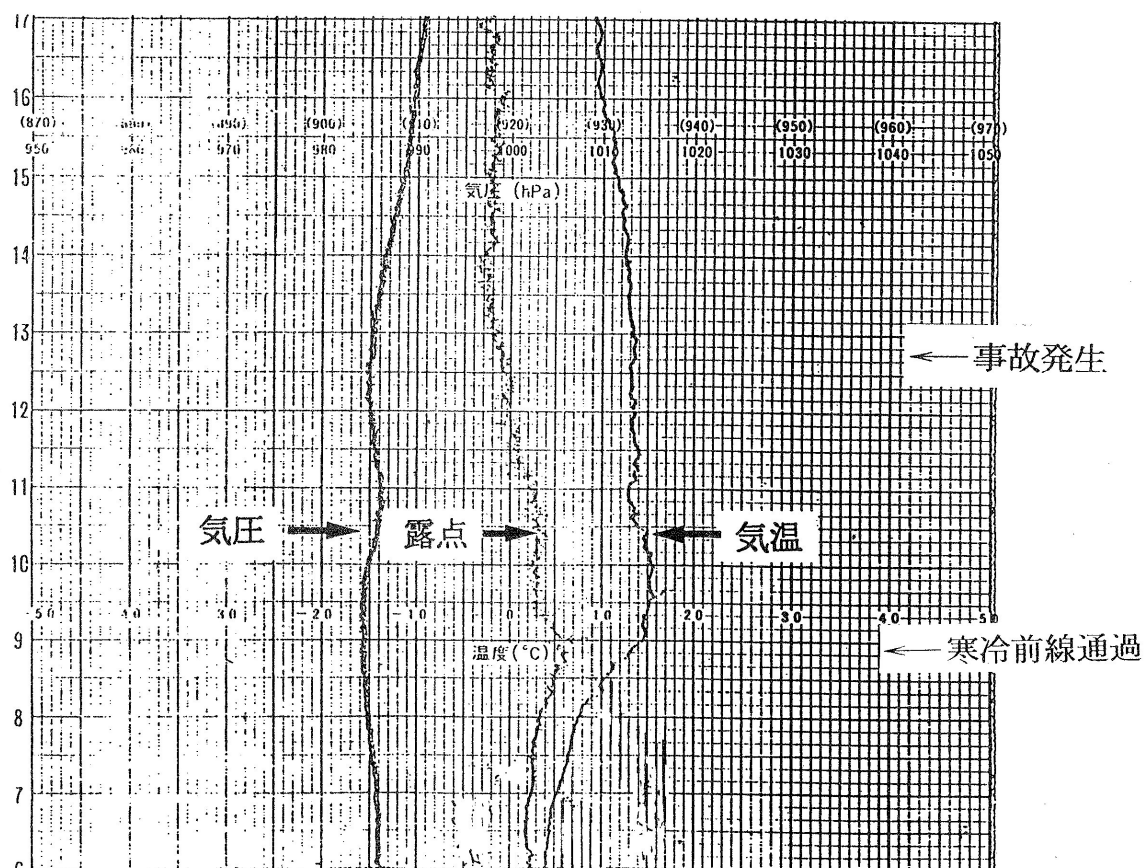
風 速	色	風 向	色
最小風速	茶	風向 C W	緑
平均風速	青	平均風向	紫
最大風速	黒	風向 C C W	赤

風向 C W : 平均風向に対する右回り極値

風向 C C W : 平均風向に対する左回り極値

付図5 温湿圧計の記録

平成5年4月18日 07時~16時



付図6 滑走路上に残された痕跡図

図C 詳細

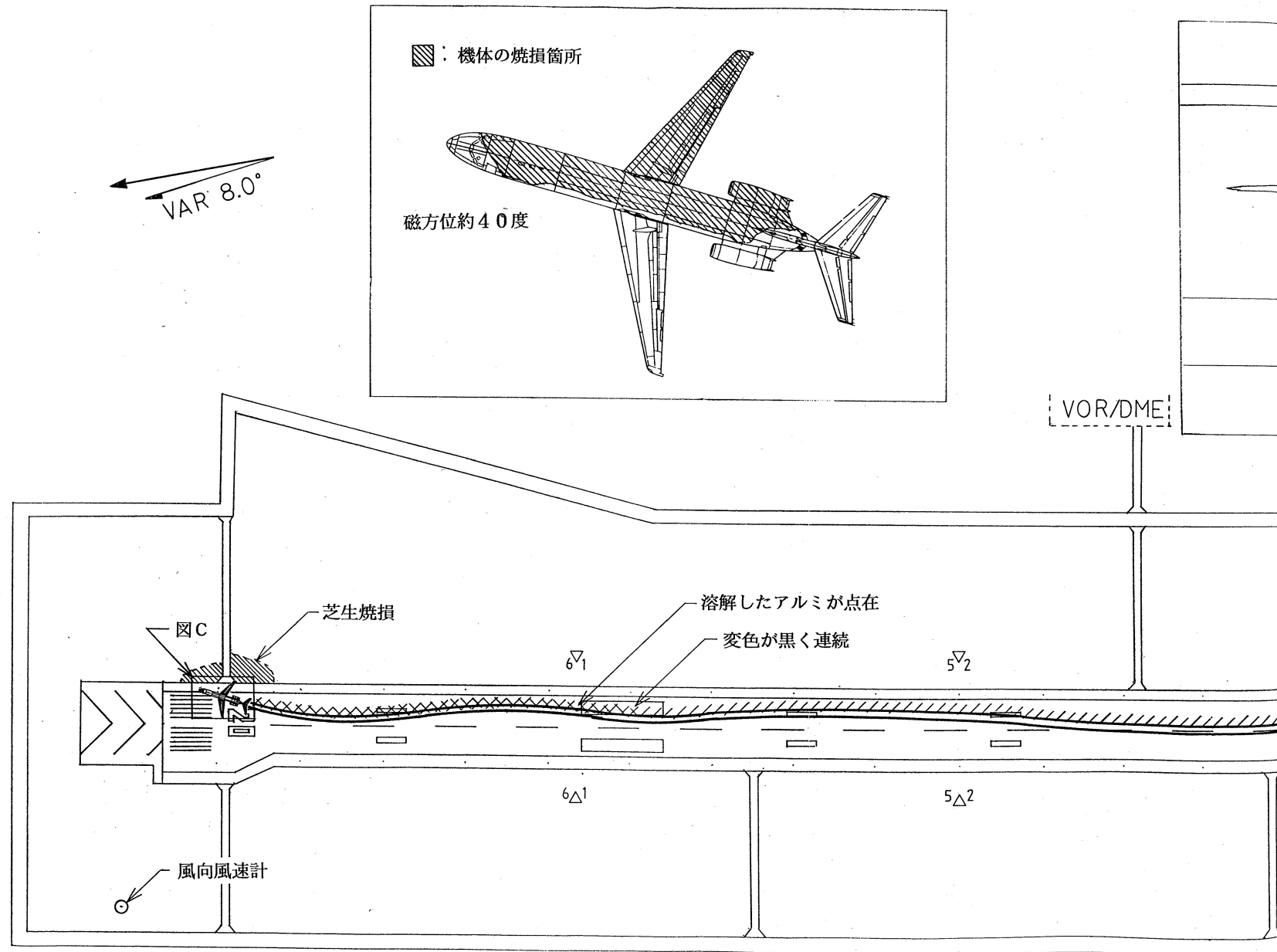
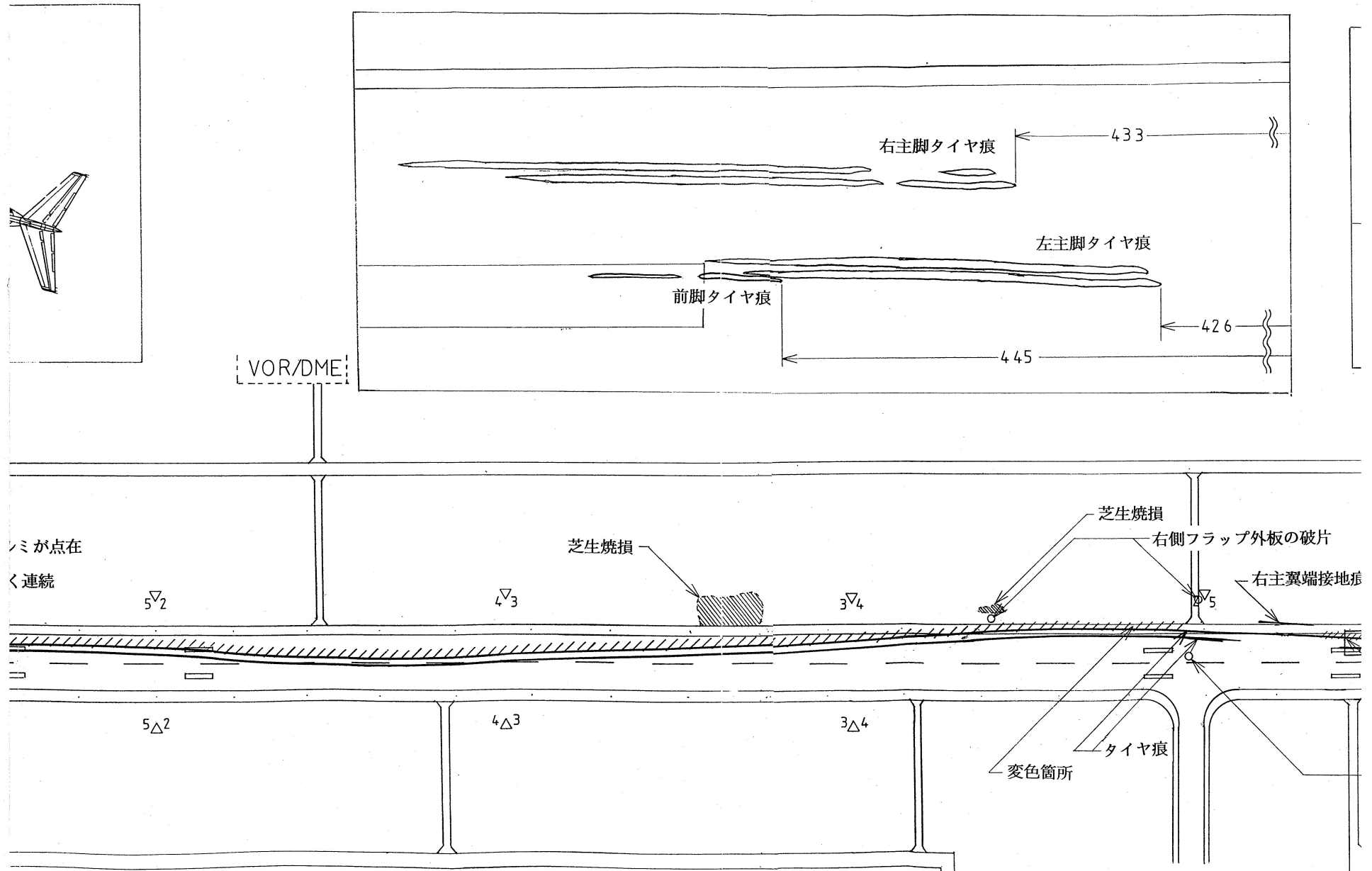
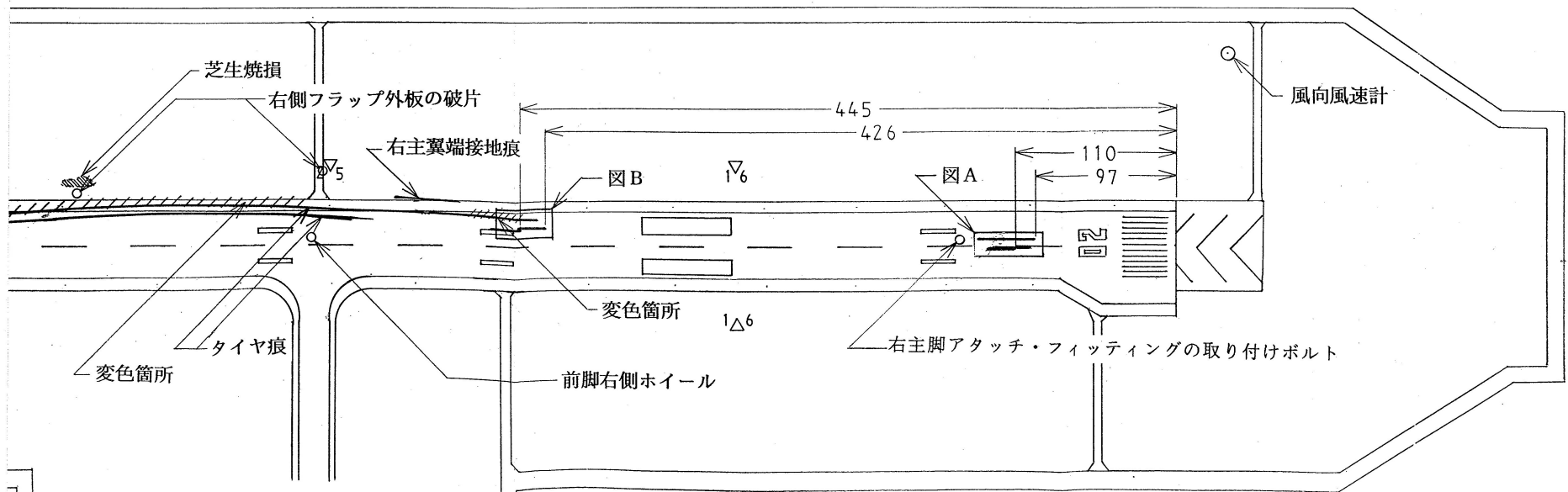
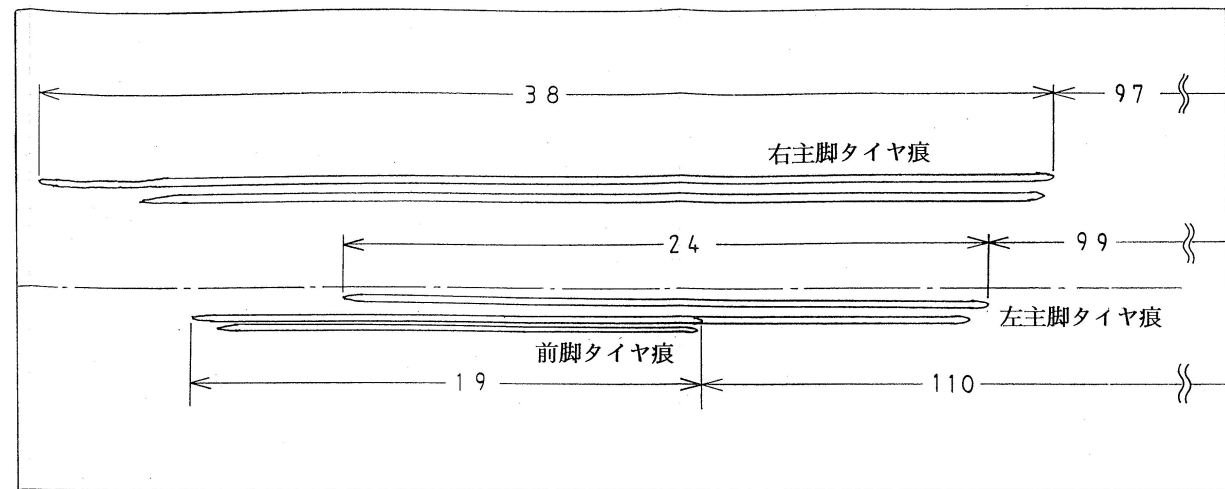
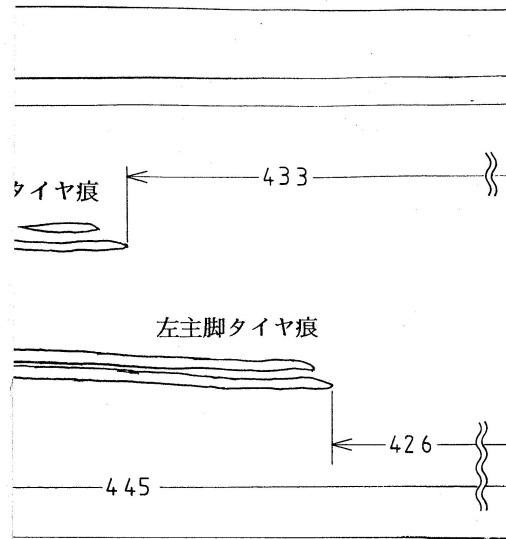


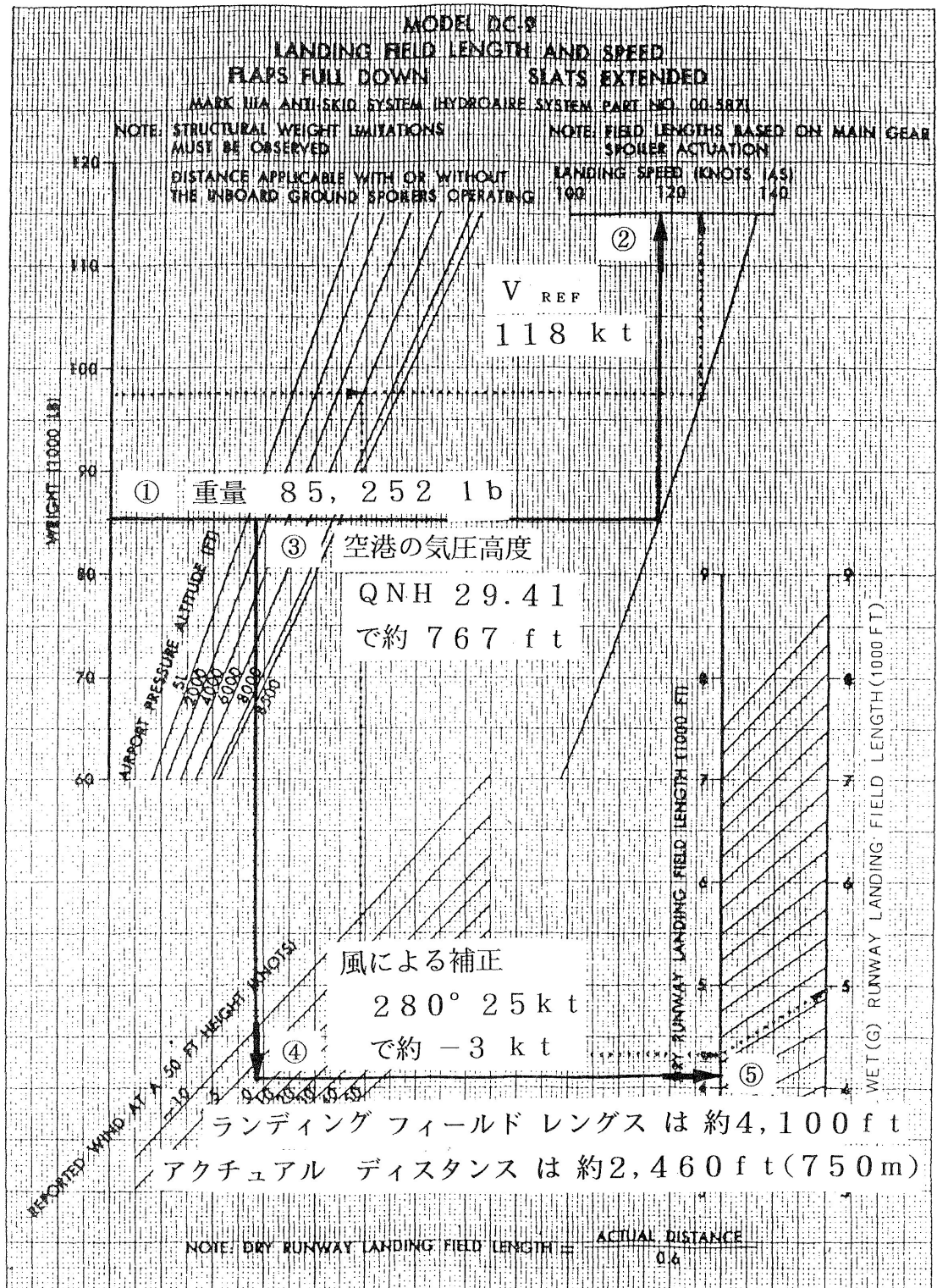
図 B 詳細



単位：m

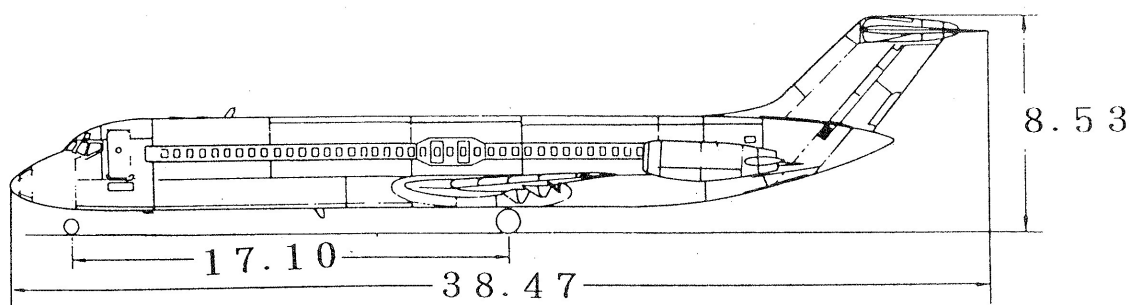
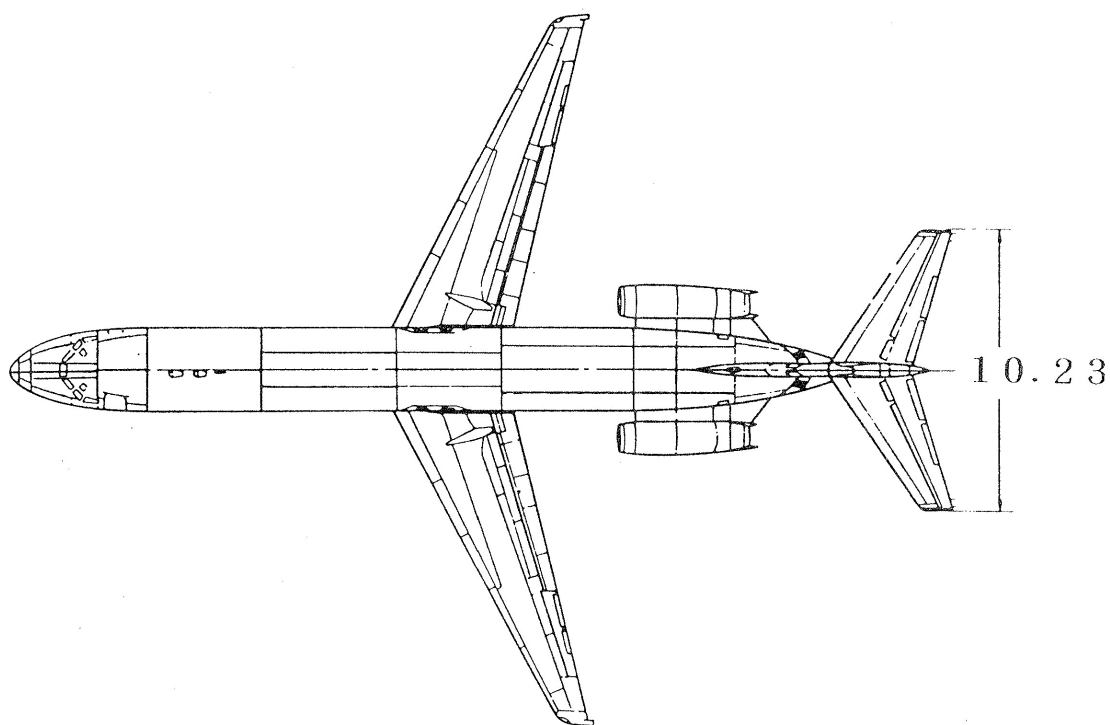
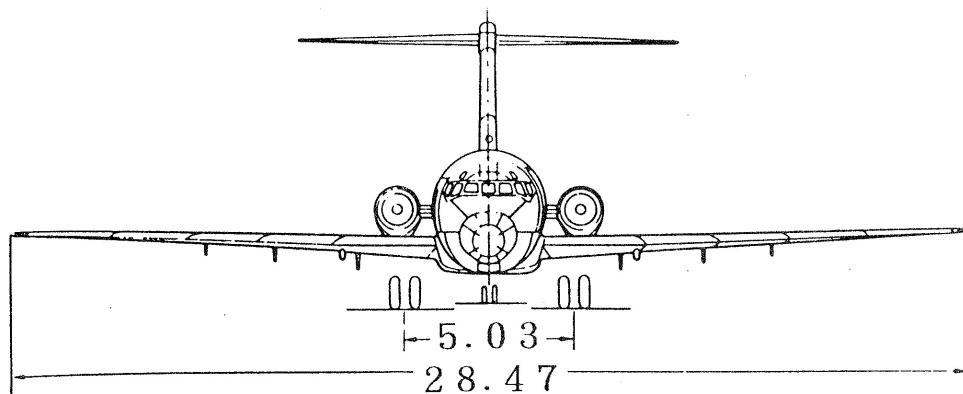
図 A 詳細



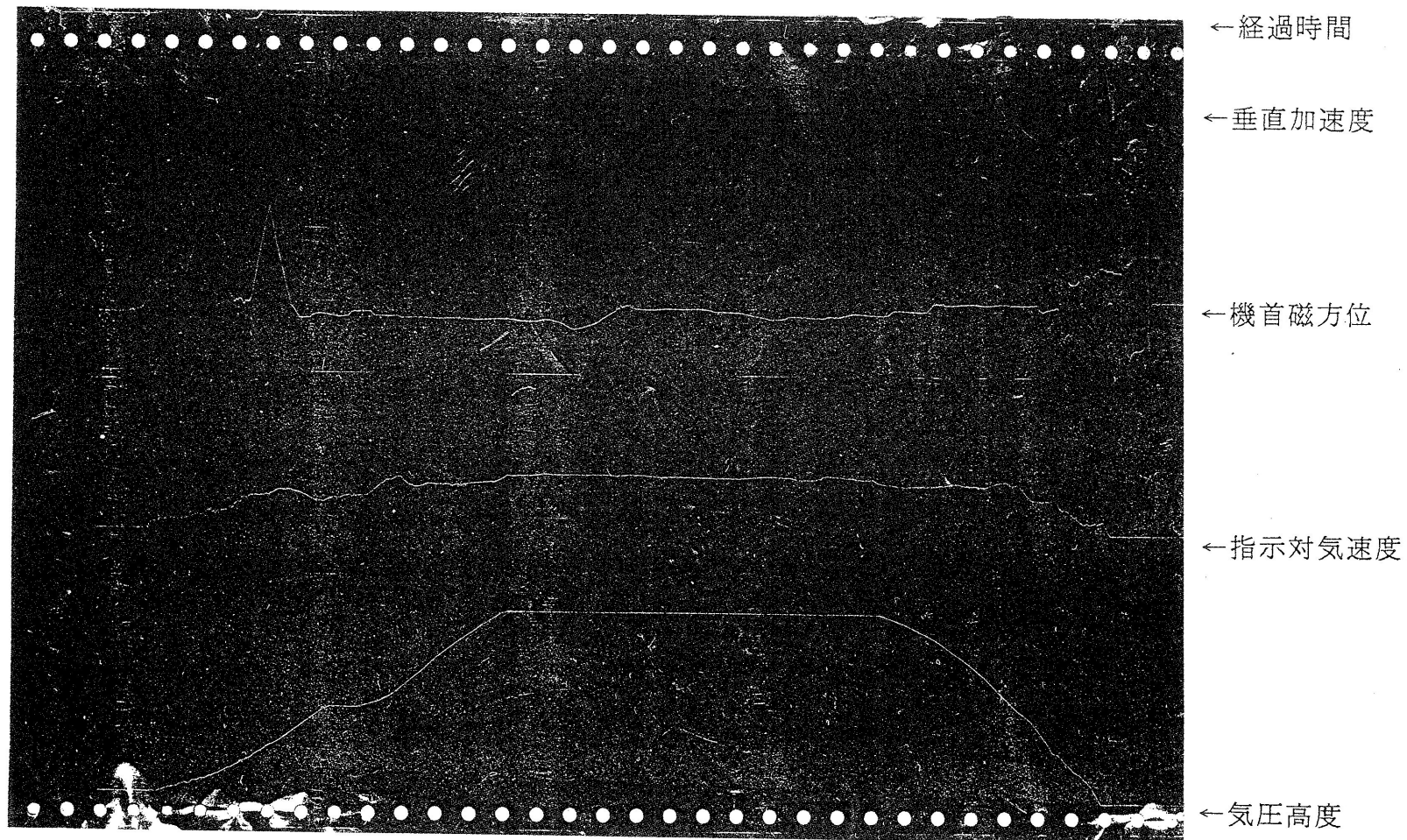


付図 8 ダグラス式 D C - 9 - 4 1 型
三面図

単位 : m

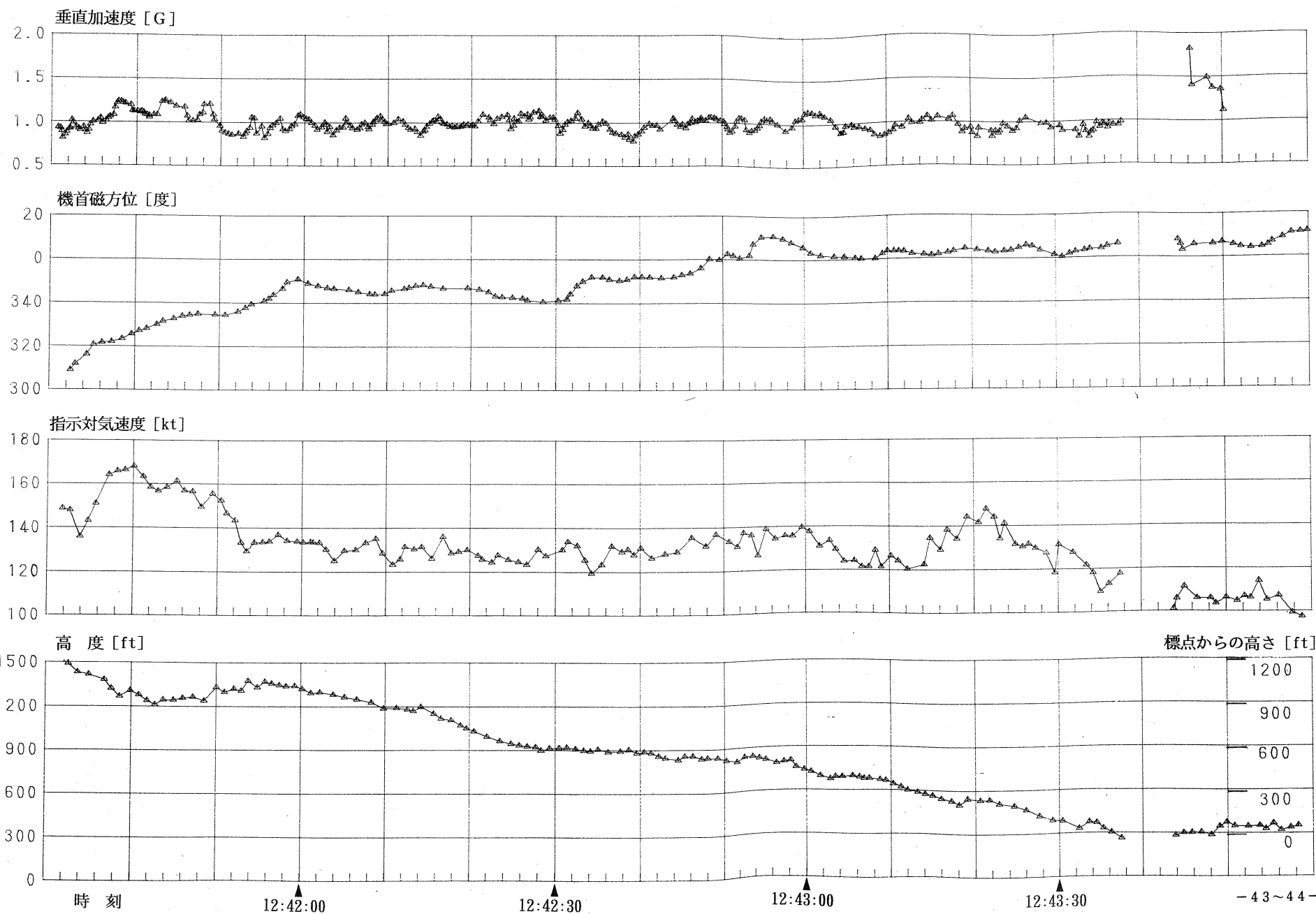


別添 1 - 1 F D R 記録 (金属箔のコピー)



⇐ 記録方向

別添 1-2 FDR 記録(グラフ)
(3.1.1項で補正したもの)



別添 2 C V R 記録

《説明》

- 1 本記録の表示時刻は、日本標準時（JST:Japan Standard Time）で表し、東京及び札幌管制区管制所、花巻空港の飛行場対空通信局との交信記録と照合した時刻である。
- 2 [CAP] は Captain：機長、[COP] は Co-pilot：副操縦士、[CA] は Cabin Attendant：客室乗務員、[PA] は Passenger Address：機内放送を意味する。
- 3 [S-ATIS] は仙台空港飛行場情報放送業務、[T-ACC] は東京管制区管制所、[S-ACC] は札幌管制区管制所、[H-RDO] は花巻空港の対空通信局、[JAS451] は株式会社日本エアシステムの451便を意味する。
- 4 は判読不能の部分を示す。
- 5 《ピー音》はアルティテュード・アラート・ウォーニング・ホーンの音、《プー音》はランディングギヤ・ウォーニング・ホーンの音、《ビー音》はホリゾンタル・スタビライザ・インモーションの音、他の《 》内は補足説明である。

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
12:12:39	《 録音記録開始 》	[S-ATIS]TWO FIVE ZERO DEGREES AND THREE THREE ZERO DEGREES THREE THREE KNOTS MAXIMUM FIVE SIX KNOTS MINIMUM ONE NINE KNOTS, VISIBILITY ONE FIVE KILOMETERS, 1 OKTAS FOUR THOUSAND FIVE HUNDRED FEET, TWO NINE FOUR ONE INCHES, ADVISE YOU HAVE INFORMATION FOXTROT. SENDAI AIRPORT INFORMATION FOXTROT, ZERO THREE ZERO ZERO, ILS APPROACH, USING RUNWAY TWO SEVEN AND THREE ZERO, WIND DIRECTION VARIABLE BETWEEN TWO FIVE ZERO DEGREES AND THREE THREE ZERO DEGREES THREE THREE KNOTS MAXIMUM FIVE SIX KNOTS MINIMUM ONE NINE KNOTS, VISIBILITY ONE FIVE KILOMETERS, 1 OKTAS FOUR THOUSAND FIVE HUNDRED FEET, TEMPERATURE TWO ONE, DEW POINT MINUS FIVE, QNH TWO NINE FOUR ONE INCHES, ADVISE YOU HAVE INFORMATION FOXTROT.
12:14:16	[COP] switch on	
12:14:22	[CAP] の方向で	
12:15:39	[CAP] クシュン 《 くしゃみ 》	
12:16:17	[COP] right side	
12:19:20	[?]	
12:20:05		[T-ACC] Air System 451, contact Tokyo Control 118.9. [JAS451] Air System 451 contact Tokyo Control 118.9, good day.
12:20:20		[JAS451] Tokyo Control, Air System 451 maintaining Flight

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
		Level 270. [T-ACC] Air System 451, Tokyo Control roger.
12:20:37	[?]	
12:20:52	[CAP] Weatherは いいですね	
12:20:53	[COP] はい Weatherは OKです Targetは plus one zero	
	[CAP] はい	
12:21:19	[COP] Runway zero twoを	
	[CAP] はい	
12:21:38	[COP] Over Stationで Left Turnで [CAP] はい [COP] Outboundしますけど [CAP] はい [CAP] Left Turn ?	
12:21:47	[COP] Left Turnで [CAP] そうね [COP] Holding Patternの方に、風 強いんで	
12:21:53	[CAP] ここの Patternは Right Turnだよ [COP] あっ えーと Over Stationの後、角度がきつ いんで [CAP] はい	
12:22:09	[COP] Go-around は Enter Downwind .. [CAP] はい [COP] .. Flap One Fiveで 1,800ft	
12:22:26		[T-ACC] Air System 451, descend at pilot's discretion, maintain 13,000, over.

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
12:22:52		[JAS451] Descend and maintain 13,000. Now leaving 270, Air System 451. [T-ACC] Roger.
12:23:40	[CAP] Landing Data [COP] CHECK BUG SET	
12:23:42	[CAP] Landing Briefing	
12:23:42	[COP] COMPLETED [CAP] 了解	
12:25:26	[COP] あのー I haveで 取ってください ね	
12:25:29	[CAP] はい	
12:25:32	[CAP] You have [COP] はい はい	
12:25:40		[T-ACC] Air System 451, contact Sapporo Control 133.3, over.
12:25:41	[CAP] [COP] はい	[JAS451] Air system 451 switch to Sapporo 133.3. [T-ACC] Roger.
12:26:08		[JAS451] Sapporo Control, Air System 451 leaving 205 for 13,000.
12:26:15		[S-ACC] Air System 451, Sapporo Control roger. Cleared for approach to Hanamaki Airport, QNH 2938.
12:26:21		[JAS451] Cleared for approach to Hanamaki Airport, 2938.
12:26:26		[S-ACC] Affirm.
12:27:08	《 プー 音 》	
12:27:27	[PA] ご案内いたします これから先は少しづつ高度を下げてまいります どなた様も座席ベルトはしっかりとお締め下さい	

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
12:28:40	[CAP] Cabinは問題ないけどFinalを長く 取ってFinal Approach	
	[COP] はい	
12:30:07	《 プー 音 》	
12:30:17	《 ピー 音 》	
12:30:57	《 ビー 音 》	
12:31:10		[S-ACC] Air System 451 radar service is terminated. Contact Hanamaki Radio good day.
12:31:15		[JAS451] Air System 451 contact Hanamaki Radio good day.
12:31:30		[JAS451] Hanamaki Radio, Air System 451 good afternoon.
12:31:33		[H-RD0] Air System 451, Hanamaki Radio good afternoon, go ahead.
12:31:34		[JAS451] Air System 451 we have approach clearance, estimating over Hanamaki at 35. Request landing and traffic information.
12:31:41		[H-RD0] Air System 451 roger, now traffic is not reported.
12:31:46	《 ビー 音 》	Which runway do you use, wind for runway 20 side wind 280 at 14 maximum 22 minimum 8, runway 02 side wind 280 at 26 maximum 34 minimum 20, QNH 2941 over.
12:32:00		[JAS451] Air System 451 roger, we take runway 02.
12:32:04		[H-RD0] Air System 451, roger runway 02, check leaving High Station over.
12:32:08		[JAS451] Report leaving High Station, Air System 451.
12:33:29	《 ピー 音 》	
12:35:53	《 プー 音 》	
12:35:58		[JAS451] Hanamaki Radio, Air system 451 over Hanamaki stand -by High Station.

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
12:36:10		[H-RD0] Air System 451 roger standing-by High Station. Now wind 280 at 25 maximum 32.
12:37:31	[CAP] あのー [COP] はい [CAP] Right Downwind入って [COP] Right Downwindはい	[JAS451] Thank you.
12:37:40	[CAP] それからこういって [COP] はい [CAP] [COP] はい [CAP] かまわない Downwindでね [COP] はい	
12:37:43	《 ピー 音 》	[JAS451] Hanamaki Radio,Air System 451 this time cancel IFR, proceed to Right Hand Downwind for runway 02.
12:37:51		[H-RD0] Air System 451, roger cancel IFR. Check entering Right Downwind. Wind 290 at 21 maximum 28.
12:37:58		[JAS451] Report Right Downwind runway 02.
12:38:03	[CAP] あのー Base伸ばしてもいいからね [COP] はい [CAP] [COP] はい	
12:38:10	《 ビー 音 》	
12:38:13	[COP] Slat extend Flap One Five [CAP] Slat extend Flap One Five 《フラップ・レバーの操作音》	

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
12:38:38	[PA] ただ今気流が悪く少し揺れております お席のベルトをお確かめの上しっかりとお締めおき下さい 途中ご気分が悪くなられました際は座席前のポケットの白い袋をお早めにご用意下さいませ これから先は安全のためお席をお立ちになりませんようお願いいたします	
12:38:45	[COP] チェックは いいですね	
12:38:52	《 ピー音 》	
12:38:53		[JAS451] Hanamaki Radio, Air System 451 entering Right Hand high Downwind.
12:38:58		[H-RD0] Air System 451 roger, runway is clear, wind 280 at 23 maximum 40 minimum 14.
12:39:07		[JAS451] Air System 451 thank you runway is clear.
12:39:13	[CAP] QNH 2941 Cabin signs ready Bank Right Left 0 Pitch 0 190 Center 0	
12:39:38	《 ビー音 》	
12:39:48	《 ビー音 》	
12:39:50	[COP] Go ahead	[H-RD0] Air System 451 wind 280 at 30 maximum 44 minimum 18.
12:39:56	《 カチカチ音 》	[JAS451] Thank you.
12:39:58	[CAP] 280度の方向ね [COP] はい	
12:39:59	[PA] 重ねましてご案内いたします あと10分程度で着陸の予定でございます 最終の着陸態勢に入ってまいりますので リクライニングやご使用中のテーブルは それぞれ元の位置にお戻し下さい なお この先到着ロビーに	

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
	入るまでは禁煙となります お煙草はご遠慮下さい 《 バック・グラウンド・ミュージック 》	
12:40:00	[CAP] Ignition ON Fuel Boost Pump ON HYD PUMPS HI/ON	
12:40:15	[CAP] APPROACH CHECKまでは COMPLETEどうぞ [COP] はい [COP] Gear down	
12:40:21	《Gear down の音》	
12:40:33	[COP] Flap Two Five [CAP] Two Five [COP] BEFORE LANDING CHECK	
12:40:52	[CAP] Roger [CAP] Landing Gear [COP] DOWN THREE GREEN	
12:40:53	[CAP] Annunciator Panel [CAP] Auto Brake [COP] SET MINIMUM [CAP] Ground Spoiler [COP] ARM [CAP]	
12:41:30	[CAP] Remain final Flap [COP] はい	
12:41:36	[COP] Flap Five Zero [CAP] Five Zero	
12:41:42	[CAP] One Thousand [COP] Raw Data	
12:42:08	[?]	[H-RD0] Air System 451,wind 280 at 25 maximum 34 minimum 20.

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
12:42:15		[JAS451] Copy thank you.
12:42:16	[CAP] BEFORE LANDING CHECKLIST COMPLETED	
	[COP] はい 了解	
12:43:13	[CAP] Three Hundred	
	[COP] Stabilized	
12:43:21	[?]	
12:43:26	《 GPWS 》 MINIMUMS MINIMUMS	
12:43:29	《 GPWS 》 SINK RATE	
12:43:38	《 接地音 》 ガガー ン	
12:43:43	《 接地音 》 ガガ " " " " " " " " " "	
	《 機体と滑走路の摩擦音 》 ガガガガガ " " " " " " " " " " ガガガガガ	
12:44:21	《 ストール ウォーニング と思われる音 》 ビビビ " " " "	
12:44:27	[CA] 座って下さい	
	《 ストール ウォーニング と思われる音 》 ビビビビビビ " " " "	
	[CA] 座って そのまま 座って	
12:44:38	[CA] 大丈夫 落ち着いて 開けちゃだめ	
	[CA] 開けないで	
	[CAP] 火はない？	
	[COP] 大丈夫です	
	[CA] 開けないで	
12:44:49	[COP] Fire Right side fire	
	[CA] ドアは閉めたほうがいいですか？	
12:44:54	[CA] Fire やってますけど 右側	
12:45:01	[CAP] Evacuation	
	[CA] Slideは使えません こちらは	
12:45:05	[CAP] Left side	
	[COP] 左から出るように	
	[CA] 左から	

時刻(JST)	操縦室内の会話記録の内容	航空機と管制機関との交信記録の内容
	[CAP] うん [?] ドアは開けないの？ [CA] 開けます [CA] まだ来ないで まだ来ないで [CA] 左側を使いましょう [?] 大丈夫 [CA] 男の人が先に行って すいません [CA] 大丈夫 大丈夫	
12:45:24		
12:45:28	[CA] ゆっくり ゆっくり	
12:45:32	[CA] 落ち着いて 落ち着いて [CA] 荷物を持たないで [CA] 荷物を持たないで [CA] 落ち着いて 落ち着いて落ち着いて 落ち着いて	
	[CA] 荷物は持たないで荷物は [CA] 荷物は持たないで荷物は	
12:45:58	[CA] 荷物は持たないで荷物は [CA] 荷物は持たないで下さい [CA] 急いで 急いで [CA] 荷物は持たないで	
12:46:13	[CA] 荷物は持たないで 荷物は	
12:46:15	[CA] OKです [CAP] はい	
12:46:21	[CA] 右側 OKです [CAP] はい	
12:46:27	[COP] はい	
12:47:40	《 録音記録終了 》	

別添 3 花巻空港の気象特性

(ルートマニュアルより抜粋)

TDA AIRPORT NOTICE

HANAMAKI

花巻空港の気象特性

1. 風の特徴

(1) 風向 (1976年～1978年) (9時, 12時, 15時)

a. 年間をとおして, Wよりの風が多く, 順次, Sよりの風, Nよりの風となっており, Eよりの風は少ない。

出現率はWSW～WNWが29%, SSE～SSWが27%, NNW～NNEが14%, その他は30%となっている。

b. 四季別の風向

卓越する風向は次のとおりである。

春はW～WSWとS～SSE

夏はSSE～SSW

秋はWとSSE～S

冬はW

四季別に見ても, Eよりの風は少ない。

(2) 風速

a. 冬から春にかけ, 低気圧が発達しながら北海道からオホーツク海を北東に進むとき強いWよりの風が吹く。

b. 風速階級出現率

静穏 3.3%, 1～5 KT 50.1%, 6～10 KT 30.4%, 11～15 KT 12.3%,

16～20 KT 3.0%, 21～25 KT 0.8%, 26～30 KT 0.1%,

静穏を含め15KTまでが96.1%をしめており, 比較的強風は少ない。

15KT以上のWよりの風が11月から4月にかけて出ている。

(3) 滑走路に対する風向

滑走路沿いの方向では夏, 秋が最も多い。滑走路沿いに近い風向の出現率, 夏は50.3%, 秋は42.8%となっている。

年間をとおしてみると41.0%である。

また, CROSSに近い風向の出現率は冬は41.9%, 春は35.7%となっている。

年間をとおしてみると33.0%で概して少ない。

2. 視程

視程障害の原因は冬は降雪, 夏は霧によるものが大部分を占めている。

降雪をもたらす天気図パターンをみると, 低気圧による比較的持続する降雪, 前線通過に伴うしゅう雪, および寒気の南下に伴う不安定性降雪などがある。

霧の大半は北上川の蛇行流域に発生するものであるが, あまり持続せず, 10時前後には消散している。

3. シーリング

シーリング障害の主なものは, 北上川に発生した霧と共に層雲の低下と, 寒気の南下に伴う不安定性降雪の積雲系の雲である。

1月から2月と10月から12月が比較的多い。3月から9月はその1/2弱である。

2. 14. 83 CHANGES: New
(R-291)

RJSI-13
花巻

REVERSE SIDE BLANK (RJSI-14)

別添 4 離着陸の横風速度制限

(運用規定より抜粋)

AS

C-9-41

1-4-4 滑走路状態による運用制限

1. 滑走路上に次に示す深さを越える積雪等が存在する場合は離着陸を行ってはならない。

(1) 離 陸

- a. DRY SNOW 30 mm
- b. WET SNOW 20 mm
- c. SLUSH , STANDING WATER 6 mm

(2) 着 陸

- a. DRY SNOW 60 mm
- b. WET SNOW 40 mm
- c. SLUSH , STANDING WATER 12 mm

2. 離着陸の横風速度制限

(1) DRY および WET Runway は 25 Kt (平均風) とする。

(2) SNOW および ICY Runway は次の通りとする。

BRAKING ACTION の 呼 称	摩 擦 係 数*	横風速度制限(平均風: Kt)
GOOD	0.40 以上	25
MEDIUM TO GOOD	0.39~0.36	20
MEDIUM	0.35~0.30	20
MEDIUM TO POOR	0.29~0.26	15
POOR	0.25~0.20	10
VERY POOR	0.19 以下	離着陸禁止
NOTE : *摩擦係数は, TAPLEY METER または SFT(SAAB FRIC-TION TESTER) により測定される数値である。		

(3) SLUSH または STANDING WATER の Runway は 10 Kt (平均風) とする。

3. 湿潤および雪氷滑走路状態による離着陸性能については, Appendix 1 による。

別添 5 副操縦士操縦経験 (運航乗務員訓練審査実施規定より抜粋)

第10章 副操縦士操縦経験

10-1 一般

副操縦士資格者（以下この章において「対象者」という。）に対して、機長資格者（以下この章において「指導者」という。）の監督の下に下記の実施方法により、路線運航において右席操縦 (FO Manipulating Experience)を経験させ、操縦能力の維持向上を図る。

備考：巡航中、一時的に対象者に操縦桿をもたせることは、この章にいう「右席操縦」には該当しない。

10-2 実施の方法

10-2-1 留意事項

1. 指導者は、左席に位置し、対象者に対する指導監督を行う。
2. 指導者は、運航実施に関する責任者（PIC）であることを銘記し、常に飛行の安全確保に留意すること。
3. 指導者は、次の事項を勘案し、対象者に操縦を行わせる範囲を適切に定め、かつ、職務分担を明確にして運航開始前に十分 Briefing すること。
 - (1) 対象者の経験
 - (2) 航空機の状態
 - (3) 気象状態
 - (4) その他操縦の実施に関係する状況
4. 対象者は、操縦操作を行うにあたっては、意図をその都度指導者に伝え、指導者の意図に沿わない操縦操作を行わないこと。
5. 指導者は、対象者の操縦・操作等を的確にモニターし、常に Take-over できる態勢を保つこと。
6. 飛行中の操縦の引継ぎは、「I have」, 「You have」の Call out を明確にして実施すること。

7. 指導者は、次の場合、対象者から操縦を引継ぐこと。

- (1) 飛行中、対象者の能力の度合、気象状態の悪化、緊急事態の発生等により、対象者に操縦を継続させることが安全上支障あると判断したとき
- (2) 離着陸を実施さえる場合であって、10-2-3に定める実施条件に適合しなくなったとき

なお、着陸の場合は、「Before Landing Check」を実施するまでに操縦を引継ぐこと。

10-2-2 操縦実施範囲

対象者に右席操縦を実施させる範囲は次表のとおりとする。

指 導 者	対 象 者	右席操縦実施範囲
当該型式機の機長発令後6か月以上経過した者	当該型式機の副操縦士発令後6か月未満の者	1. 上昇（SIDを除く） 2. 巡航 3. 降下（Approachを除く）
	当該型式機の副操縦士発令後6か月以上の者	1. 上昇 2. 巡航 3. 降下 4. 進入
当該型式機の機長発令後6か月以上経過した者であって、所定の教育及び点検（備考参照）を終了している者	当該型式機の副操縦士発令後6か月未満の者	
	当該型式機の副操縦士発令後6か月以上の者	全ての範囲（離着陸を含む）

備 考：

1. 上表以外の組合せについては次のとおりとする。
 - (1) 指導者が路線教官、飛行教官又は査察操縦士の場合は、対象者の経験要件にかかわらず離着陸を含む全ての範囲を行わせることができる。
 - (2) 指導者が当該型式機の機長発令後6ヶ月未満の場合は、対象者に巡航のみを行わせることができる。

なお、新型機の導入等やむを得ない場合を除き、原則として対象者が発令後6ヶ月以上の者と組合せるものとする。

2. 上表に定める所定の教育及び点検は次のとおりとする。

(1) 地上教育

内 容	時 間	担 当 者
副操縦士操縦指導機長訓練の概要 副操縦士操縦指導機長の業務 副操縦士操縦経験指導の要領	6時間	管理職乗員（原則）

(2) 点検

上記の地上教育の終了後、右席操縦を適切に行わせることができるかどうかについて、原則として管理職乗員が点検を行う。

（点検実施要領については、FOI NNZ 01014 を参照のこと。）

3. 上記に定める教育及び点検は、下記の者には適用しない。

- (1) 路線教官、飛行教官及び査察操縦士
- (2) 当該型式後の機長発令が昭和62年7月31日以前になされた者

10-2-3 離着陸の実施条件

対象者に離着陸を実施させる場合、当該飛行場に関し運用規定等に定めるもののほか、次の条件にも適合すること。

1. 航空機の状態：

操縦性能等に及ぼす影響がないこと。

2. 気象状態：

- (1) 気象条件が当該機長に適用される Unfamiliar Minima 以上であること。
- (2) 横風成分が13kt 以下であること。

3. 滑走路面の状態：

DRY (DAMP を含む。) 又は WET (G) であること。

4. 滑走路長：

(1) 滑走路長が下表の長さ以上であること。

航空機の型式	滑走路長
YS-11	1,500m
DC-9	2,000m
A300/DC-10	2,500m

(2) 上記のほか、滑走路長が、必要滑走路に Required Field Length の 15% 又は 1,000ft を加算した値のいずれか大きい数値以上であること。

(注：路面状態が WET (G) の場合は、WET (G) で算出すること。)

5. 適用空港：

運航業務実施規定に定める正規飛行場及びその他の指定飛行場とする。

別添 6 対地接近警報装置

(DC-9オペレーティング・マニュアルより抜粋)

GROUND PROXIMITY WARNING SYSTEM (GPWS)

Ground Proximity Warning System (GPWS) は飛行中の航空機が地表に異常接近した場合、Aural と Visual で警告を与えるものである。

Aural Warning は電子で作られた 9 種類の音声で行われ、Visual Warning には GPWS Warning Light と BELOW G/S Light がある。

GPWS Computer は NO.2 Radio Altimeter , Air Data Computer , Landing Gear Control Lever Switch, NO.2 VHF NAV 受信機及び Flap Position Switch (約 33°) の信号を入力として 6 種類の異常接近状態 (Mode) に応じた音声で注意の喚起及び警告を行う。

下表に各異常接近状態に応じた Aural 及び Visual Warning の作動を示す。

MODE	作 動 条 件	AURAL WARNING (Speaker)	GPWS Warn Light	BELOW G/S Light
1	降下率が異常に大きい場合。	" SINK RATE..... " " WHOOP WHOOP PULL UP "	点 滅	消 灯
2	山や丘陵に急速に接近している場合。	" TERRAIN TERRAIN " " WHOOP WHOOP PULL UP "	点 滅	消 灯
	上昇回避してある程度以上の高度を獲得する迄の間。	" TERRAIN "		
3	離陸後または対地高度 200ft 以下からの Go Around 後対地高度 700 ft に達する前に降下した場合。	" DON'T SINK "	点 滅	消 灯
4	Landing Gear Lever が DOWN 位置にない状態または、Flap が 33° ~ 50° に Set されていない状態で規定対地高度以下に降下した場合。	" TOO LOW, TERRAIN ... " " TOO LOW, GEAR..... " OR " TOO LOW, TERRAIN ... " " TOO LOW, FLAPS..... "	点 滅	消 灯
5	対地高度 1,000ft 以下で 1.3 Dot 以上 Under G/S になった場合	Soft " GLIDESLOPE "	消 灯	点 灯
	対地高度 300ft 以下で 2Dot 以上 Under G/S になった場合。	Hard " GLIDESLOPE "		
6	NO.2 Radio Altimeter の MDA Cursor で Set した対地高度以下に降下した場合。	" MINIMUMS, MINIMUMS "	消 灯	消 灯

尚、航空機の異常接近状態が2つ以上の Mode に係わる場合には次の優先順位に従って Aural Warning が与えられる。

優先順位	Aural Warning
1	WHOOO WHOOP PULL UP
2	TERRAIN
3	TOO LOW, TERRAIN
4	TOO LOW, GEAR
5	TOO LOW, FLAPS
6	MINIMUMS
7	SINK RATE
8	DONT SINK
9	GLIDESLOPE

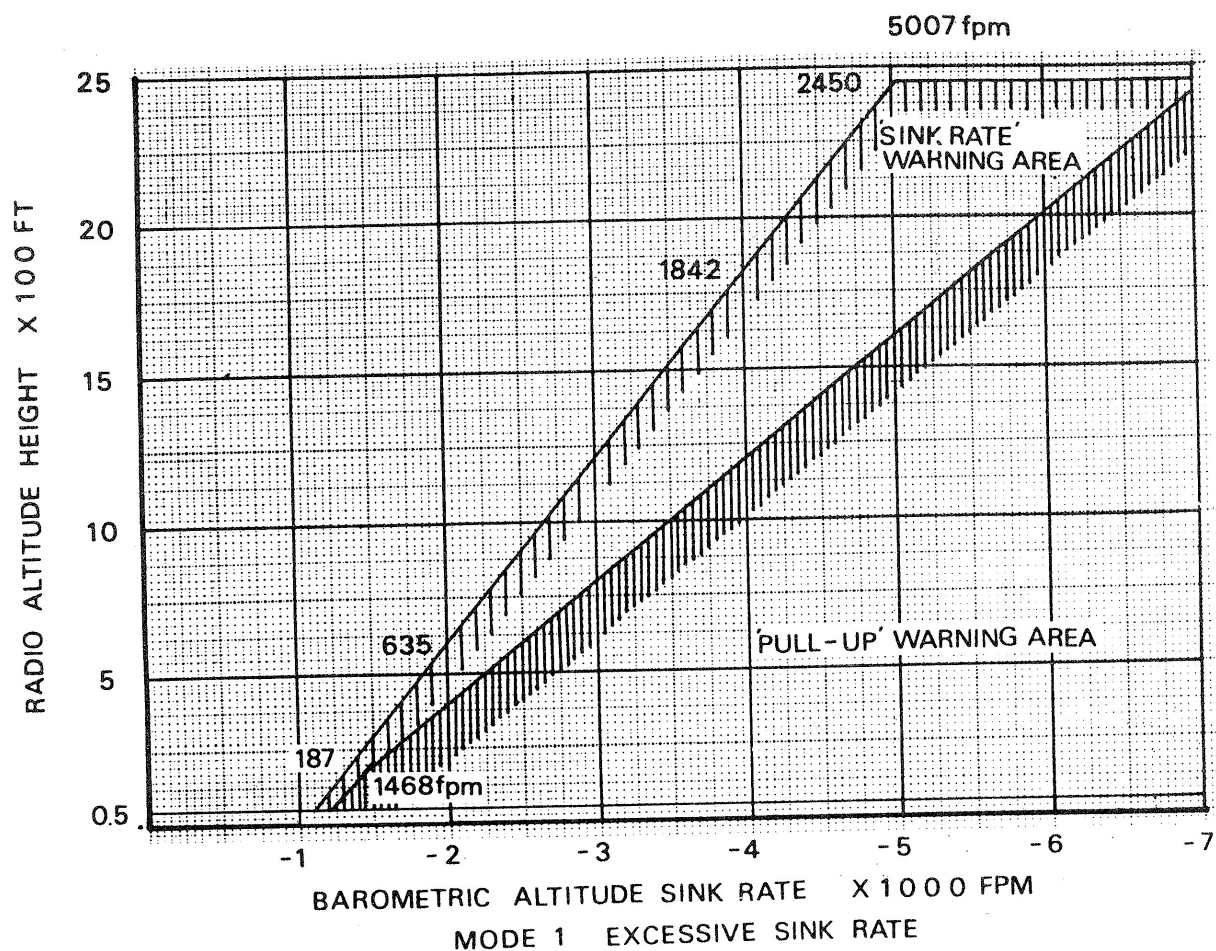


写真1 延焼中の事故機



写真2 事故機（前方）



写真3 事故機（左側）



写真4 事故機（後方）



写真5 事故機（右側）

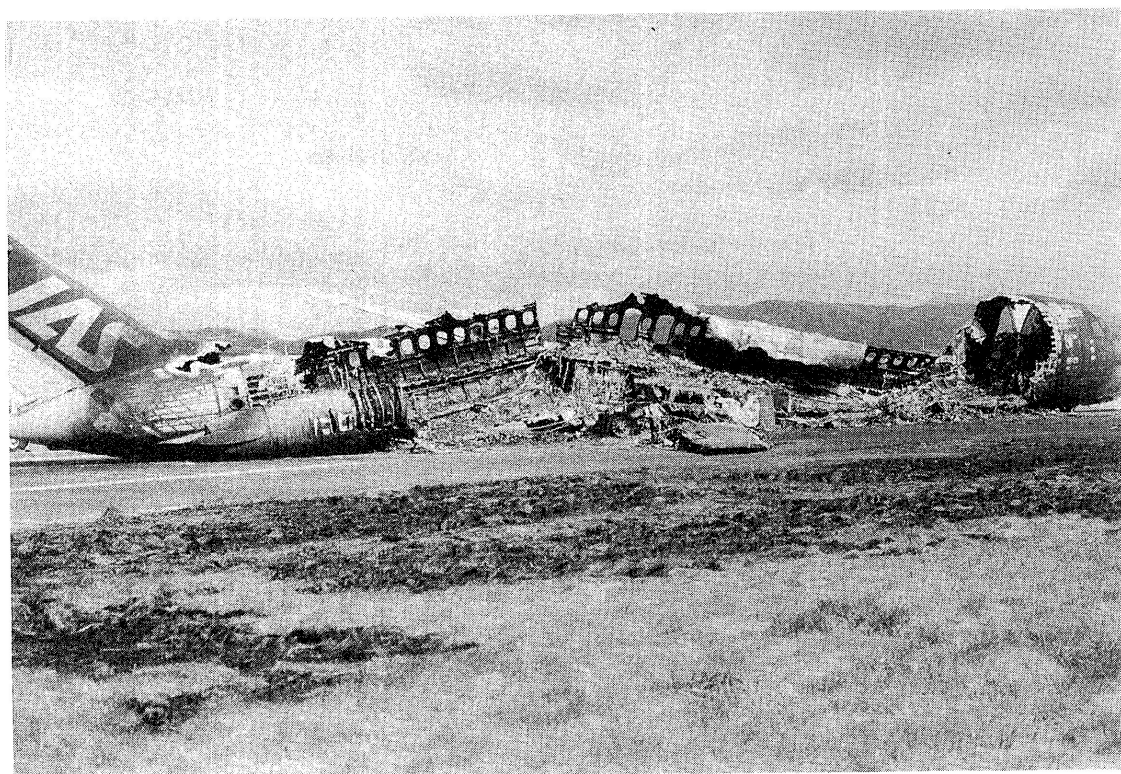


写真6 事故機（右側）

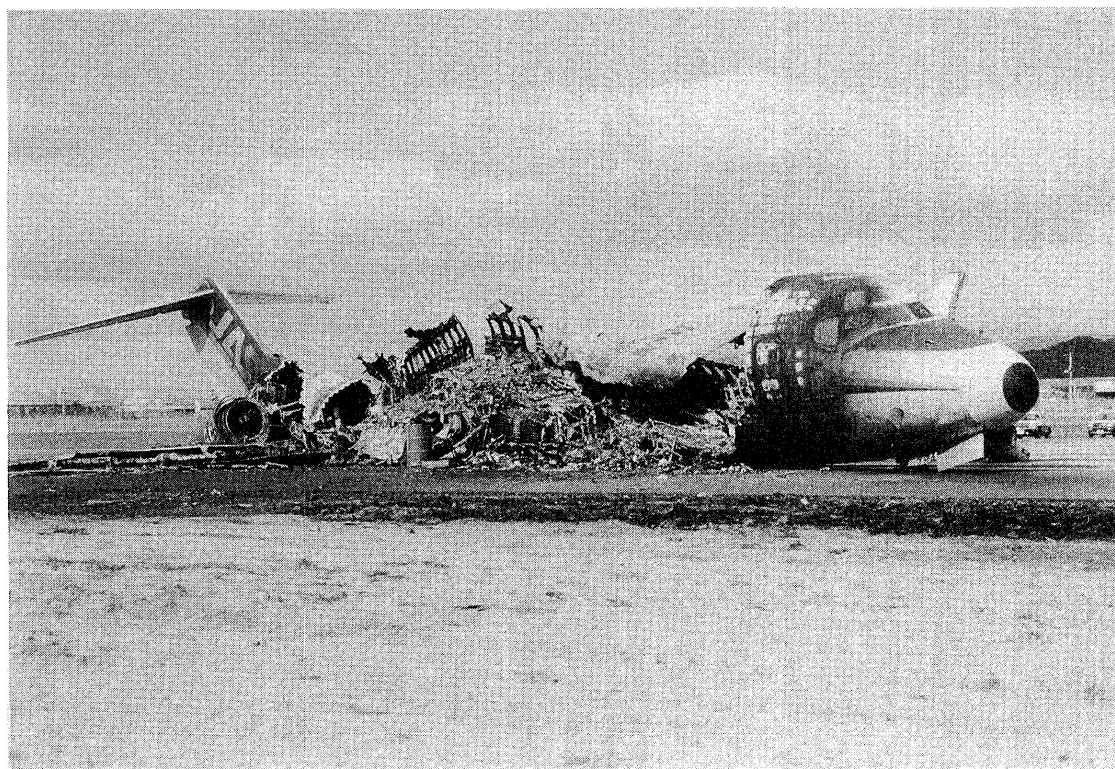


写真7 右主脚及びアタッチ・フィッティング



写真8 右主脚アッパー・サイド・ブレース・リンク

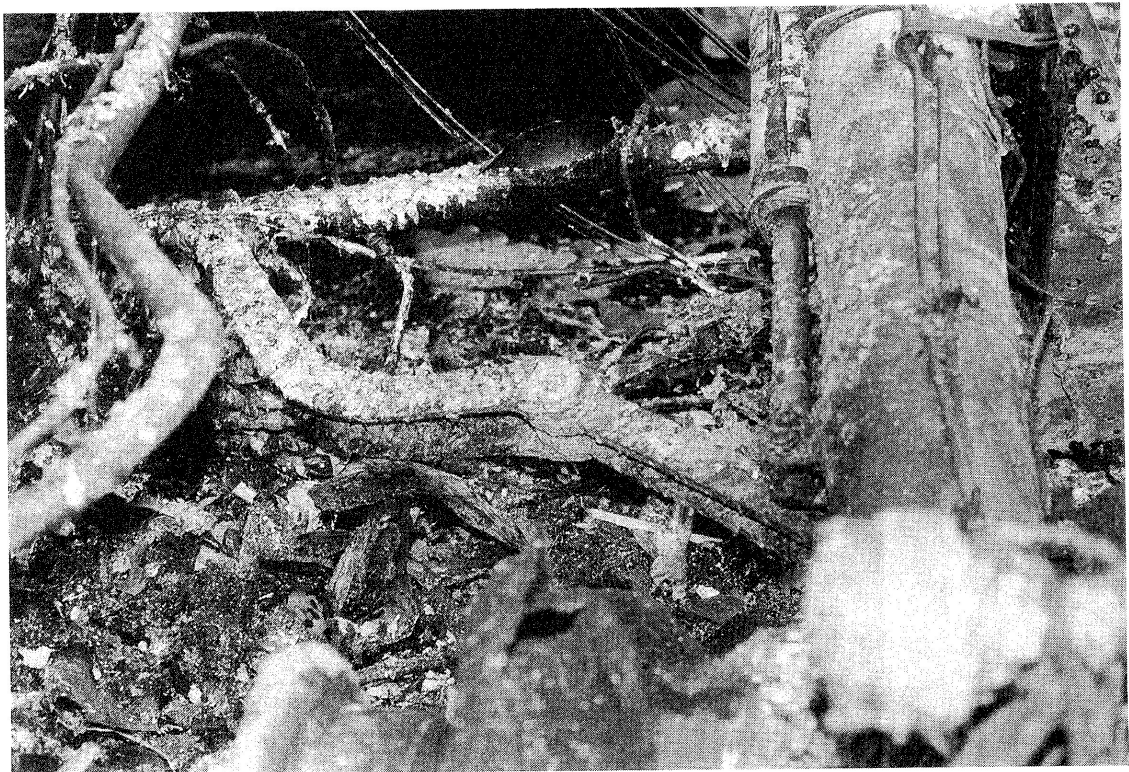


写真9 右主脚アタッチ・フィッティング
(ボルト2本が切断)

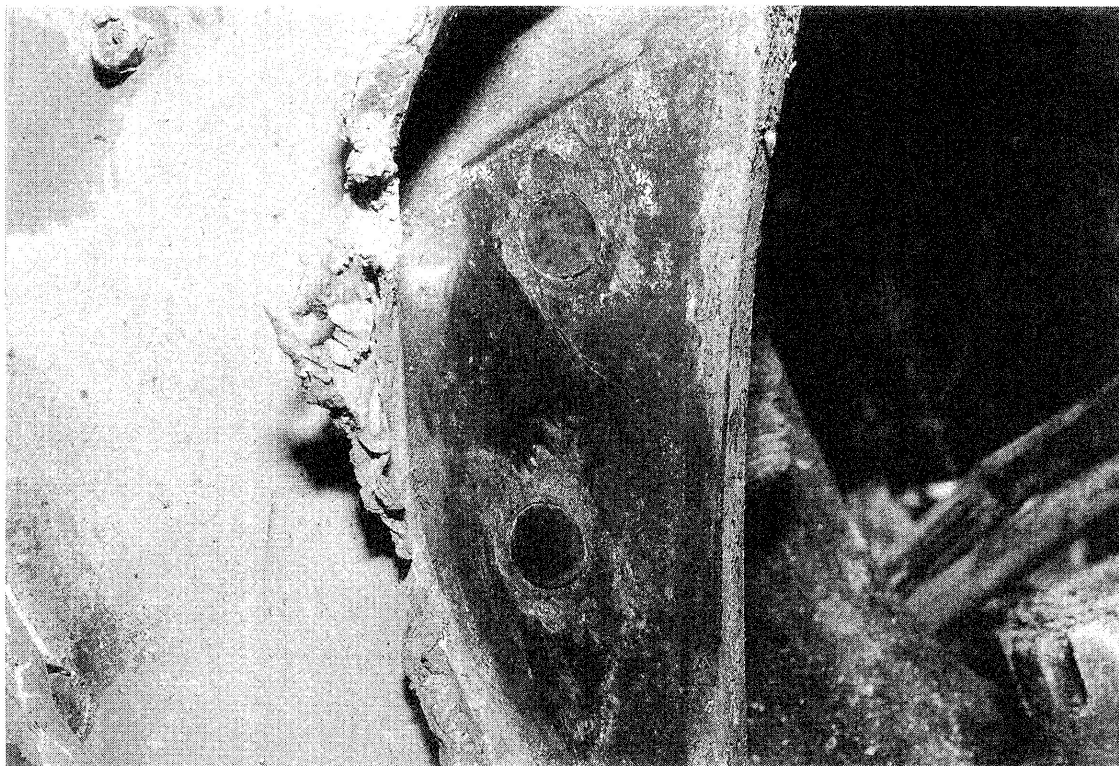


写真10 滑走路上で発見された右主脚ア
タチ・フィッティング・ボルト

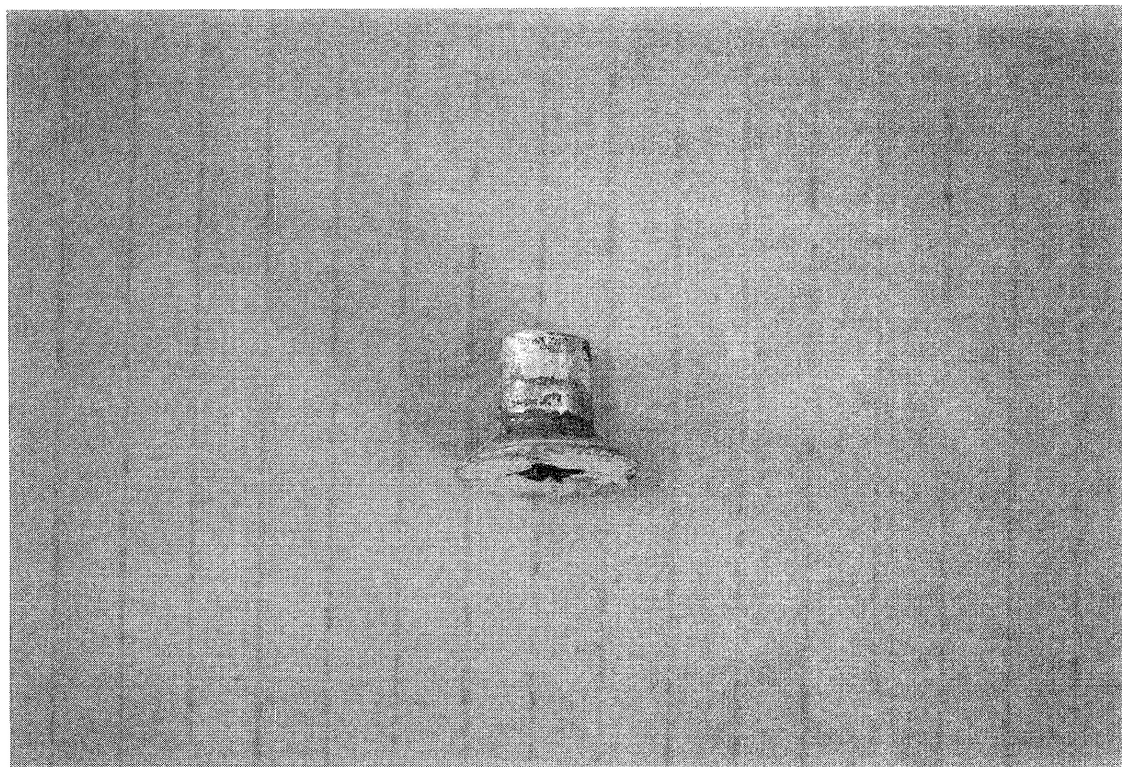


写真11 右主脚アタッチ・フィッティングの
抜き取り調査したボルト

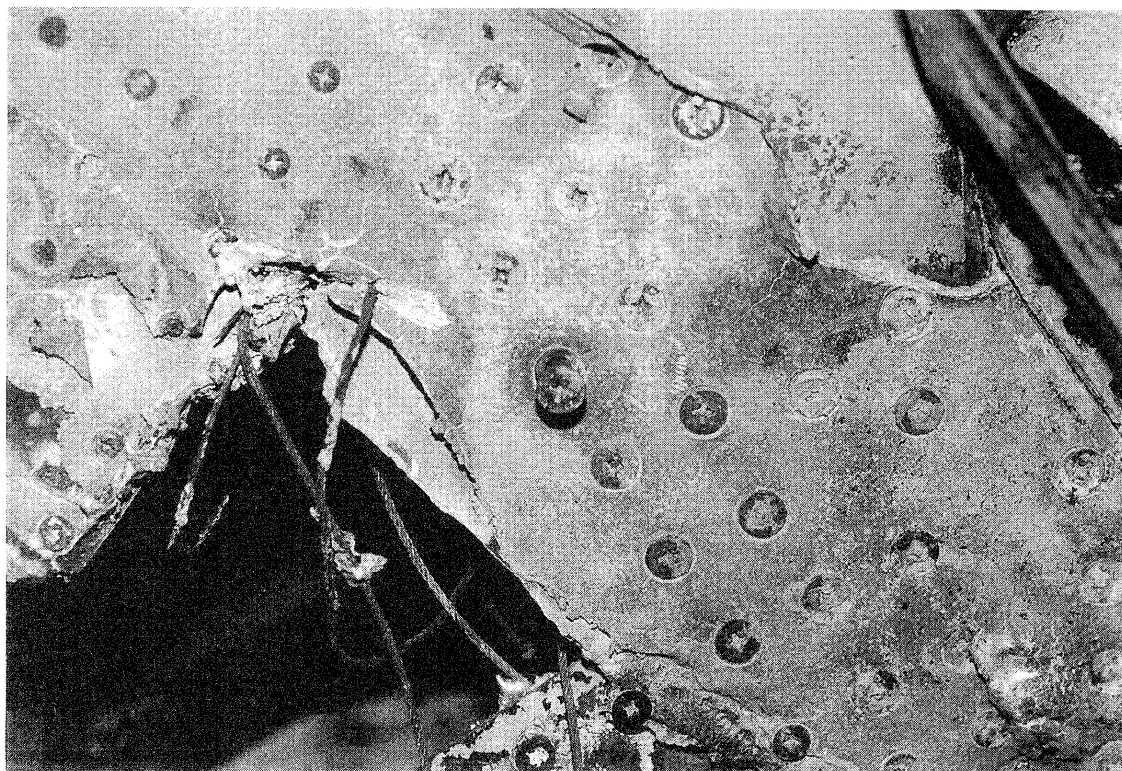


写真12 右主脚アタッチ・フィッティングの
段付き変形したボルト

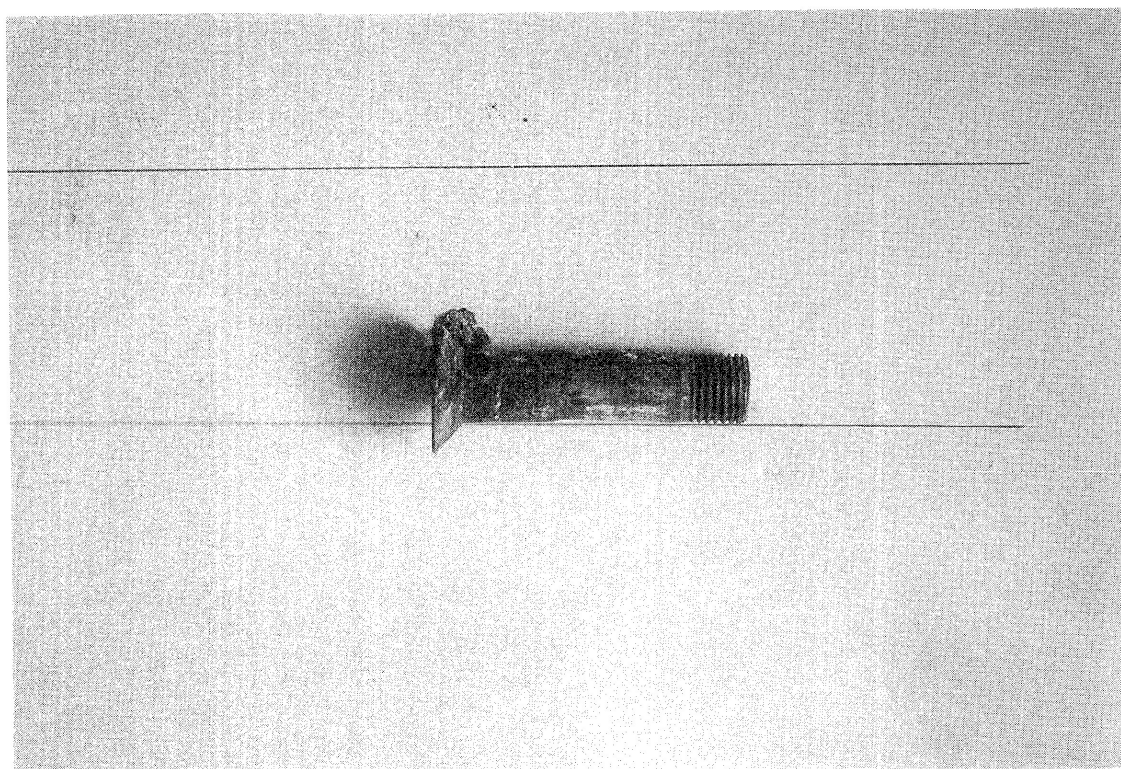


写真13 中央翼及び右主翼後桁



写真14 右主翼溶断箇所

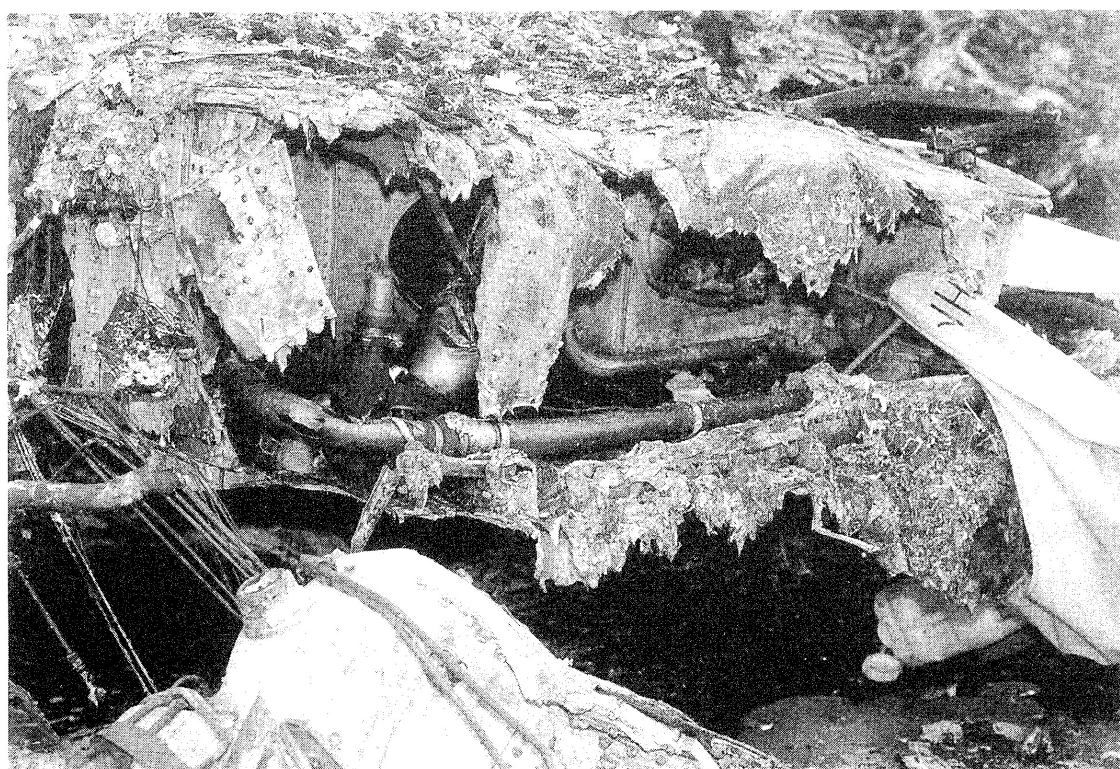


写真15 右主翼後桁

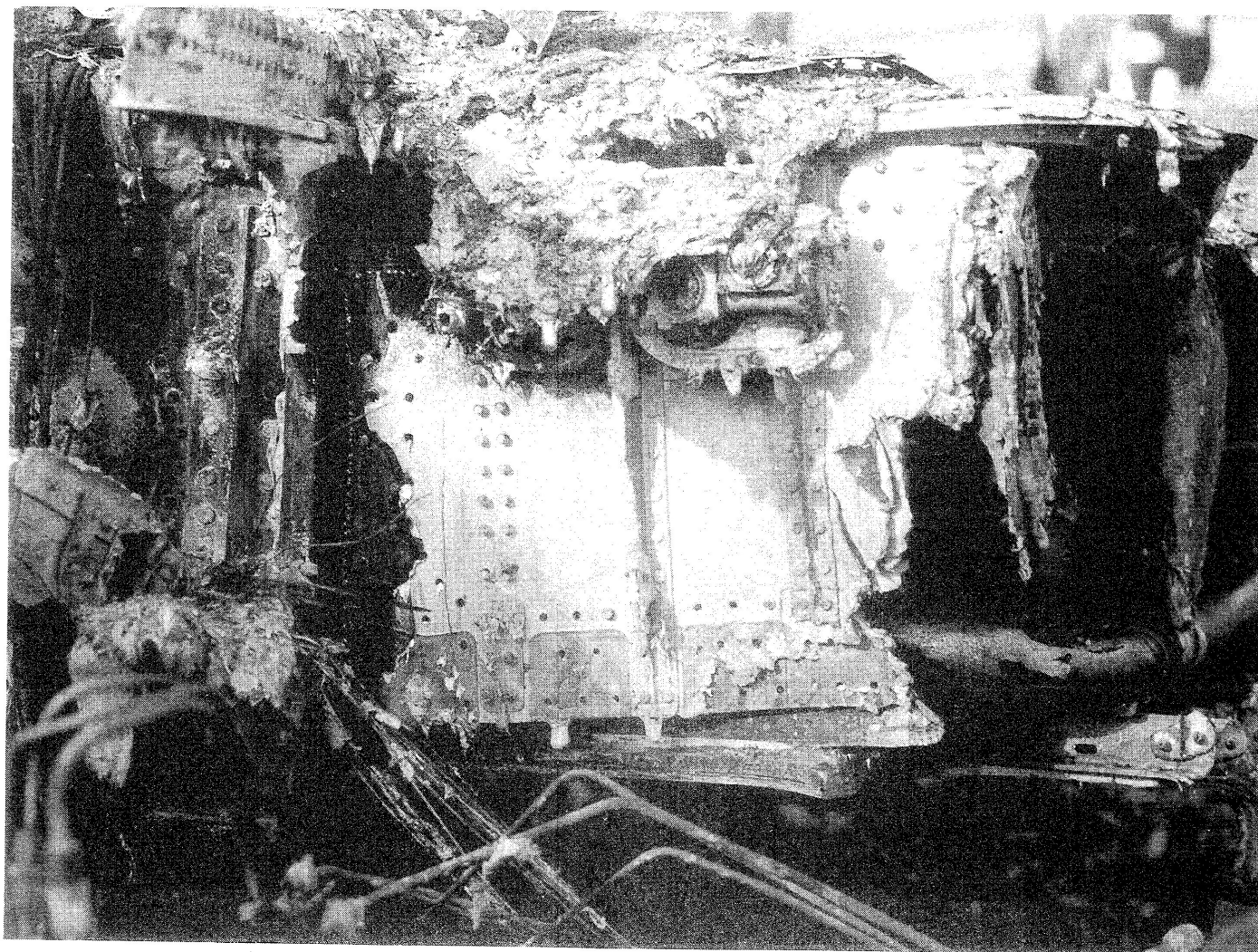


写真16 右主翼後桁の破断箇所



写真17 右主翼後桁のロック・ボルト破断箇所
(楕円状に変形)

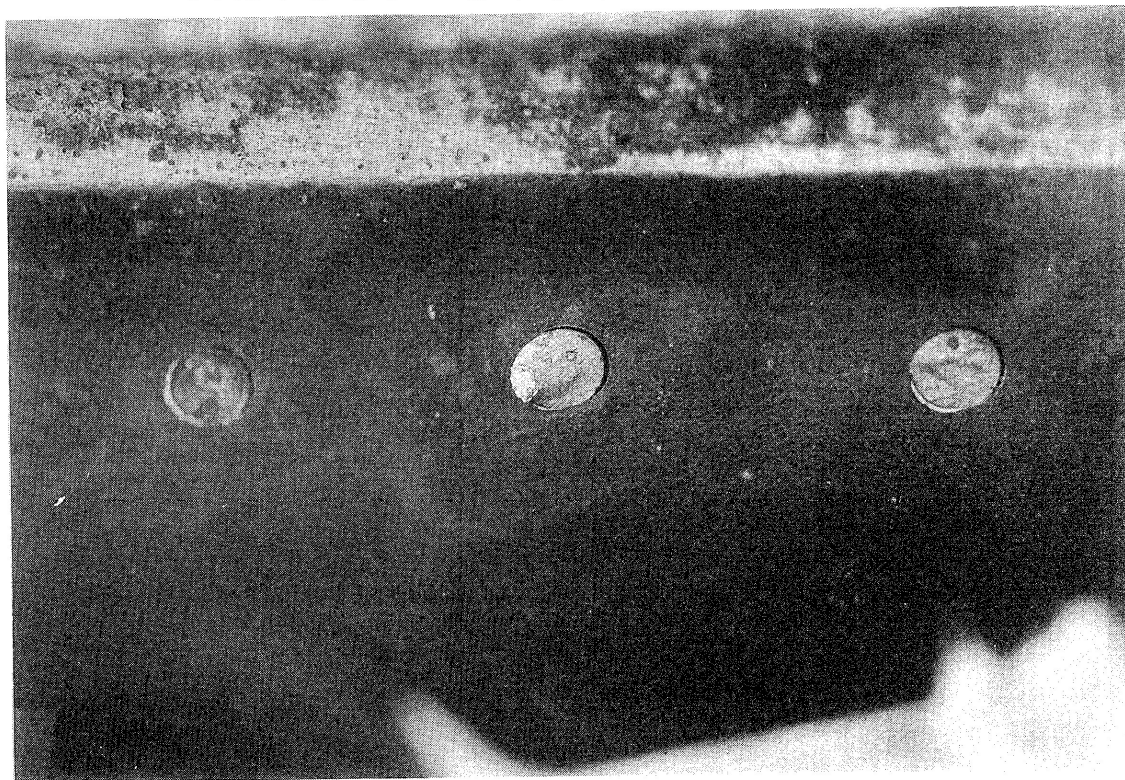
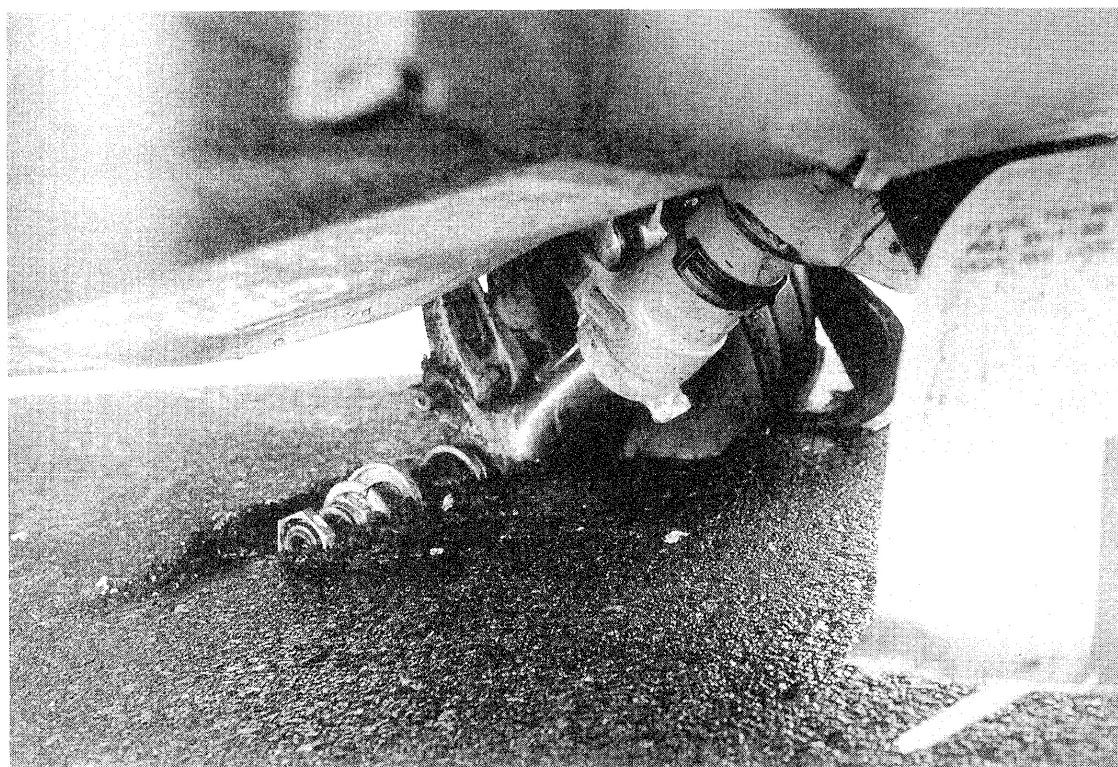


写真18 右主翼端下面



写真19 前脚（アクスルが摩耗）



付録 事故発生時の風の解析

1. 事故発生時の強風

1・1 気象概況

1993年4月18日09時には地上の寒冷前線の北西側に著しい寒気があり、この寒気は850 hPa面では日本海から沿海州にかけてある(第1図参照)。寒気の高さは秋田の09時には760 hPa(約2,200m)(第2図参照)で、更に、この寒気の上方の300 hPaには寒帯前線ジェット気流がある。このジェット気流の下方には、700 hPaを中心に帯状の著しい乾燥域がある。これはジェット気流下方の下降気流によりできたもので、ここには顕著な逆転層が形成され、山脈に直角の強い風と共に“山越え気流(down slope wind)”の発達に好条件となった(嫌1,2,4,5,6)。

花巻空港の西には南北に奥羽山脈があるため、寒冷前線通過後に寒気が入ってきてもフェーン効果により温度は下がらないことが多い。この例でも、RWY/02、RWY/20の両風速計とも、風向は08時55分に南から西に急変し、風速は09時00分に急増し気温は09時00分まで上昇しているが、その後は変化していない(本文付図4-1,2及び5図参照)。

しかし、露点温度は風向の急変した08時55分頃に6℃だったものが09時30分には3℃になり、その後も段階的に低くなっている。

風は寒冷前線の通過後、11時20分ごろより再び強まっている。これは寒冷前線の通過後、上空の前線面(逆転層)が奥羽山脈の上に達して“山越え気流”が発達する条件となったためと考えられる。(第3図参照)

事故は風速変動の最も大きい頃に発生した。

1・2 上層の下降気流と“山越え気流”の発達

アメリカでの山越え気流の連続した上層風観測例では(嫌6)、4.25 kmより上の気圧の谷の西側で、全層にわたって1 m/s程度の下降気流を持っていて、この気圧の谷が山越え気流の発達し易い地域に到達した時に“山越え気流”は強くなっている。

本例では、12時間間隔の高層観測しかないので、上述の気圧の谷の通過を捉えることはできないので、積雲の発生状況から推定した。すなわち、地上観測表では11時00分には3/8 Cuだったが、12時45分には1/8 Cuと雲量は少なくなっているが、これだけでは飛行場付近の状況は分からないので、透過率計の背景輝度(第4図参照)を参考にした。

これによると、背景輝度は11時20分頃までは積雲により太陽光が時々、妨げられて変動が激しいが、その後、変動はなくなり背景輝度は大きくなっている。この背景輝度が一定で大きくなった時間は、露点温度が3℃から1℃に急降した所に対応しているので(本文付図5)、積雲が消滅した時間が上層の気圧の谷の通過した時と考

えると、Neiman et al(1988)の観測結果と一致する(嫌 6)。従って、11時20分頃からの変動幅の大きい強風は“山越え気流”の効果が含まれているものと考えられる(本文付図 4-2参照)。

2. 花巻空港の風の特徴

10分間平均風速(処理装置を持っているのはRWY/20風速計のみ)と、RWY/20、RWY/02の風速計の10分間毎の最大瞬間風速(第 3図)によると、寒冷前線の通過後09時頃に平均風速は急増して15ktに達しているが、11時20分頃までは風速変動は小さく、最大瞬間風速の変動幅も小さい。しかし、11時20分ころを境にして風は一段と強くなり(第 3図のイ点)、約40分の周期を持った風速の極大(22~24 kt)、イ、ロ、ハがあり、事故は最大瞬間風速の大きいハの付近で発生している。

山越え気流が大きな風速変動を持っていることは一般に知られており、花巻空港でも奥羽山脈を越えてくる西風ではガストが大きい統計がある(嫌 9)。今回の風の特徴は次のとおりである。

- (1) 両方の瞬間風速計の記録には、風の強いところと、弱いところが数分から10分程度持続したものが卓越し、更に、この強風の中に1分以内の最大瞬間風速がある。

別表によると、この日はRWY/20とRWY/02風速計の何れかが風が強くなっている時もあるが、事故の発生した頃は両風速計とも風速変動が激しいので、空港全域で気流の乱れが強かったことを示している。

- (2) 盛岡地方気象台花巻空港出張所が1983年から1993年まで、RWY/20風速計について行った統計では、この日の最大瞬間風速46.4 ktは、4月としては5位である(1位の値は51.8 kt)。
- (3) RWY/20風速計の風向が250~310° の間にあって、最大瞬間風速が ≥ 40 ktの日の月別発現率を調べたものによると(統計期間は1982~1992年)、次のように冬と春に多い(この調査は事故の後、現地にて行ったものである)。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
回数	5	2	6	8	1	0	3	0	1	0	7	10

- (4) この日のRWY/20とRWY/02の風向変動幅はRWY/20の方がRWY/02より大きい、弱い風を含めた風向変動の統計では、反対にRWY/02の方が大きい傾向がある(嫌 10)。
- なお、風速についても大きな違いの生ずることがある。例えば、気象状況が本

例と類似している1983年4月27日には、13時51分にはRWY/20では最大瞬間風速は54 ktだったのに、RWY/02では26 ktで±5分内の値をとっても37 ktで大きな差があった。

3. 接地直前の風の推定

3・1 推定の方法

Neiman et al(1988)は短周期の風の変動を除き強風核をドプラー・ライダーで観測したところ、4～5分おきに出現し下流10 kmまでは追跡でき、強風域の大きさは8 kmくらいであった。また、Ohno et al(1993)はドプラー・レーダーで関東地方の北西の風の中の強風核を観測し、水平の大きさは数100 mであった(文獻 8)。従って、周期の短い風の変動を除外して考えれば、時間分解能の悪い風の自記記録と、時間分解能の良いFDRのIASから強風核の大きさの解析ができる筈である。何故なら、風速傾度の大きい領域を、航空機がその運動量の変化しない時間内に通過すれば、向かい風成分の増加量はIASの増加量となるからである。

それ故、風速計の記録から流れの方向の風は推定できるが、事故機はRWY/02側から進入し、風は滑走路に対して殆ど真横なので、航空機が受けた風を知ることはできない。知ることのできるのは強風核の大きさで、これを決めるには、その形を仮定しなければならない。Ohno et al(1993)によれば、強風核の長軸、短軸は同じオーダーなので、ここでは強風核は対称であると仮定した。

一方、平均風速は約20 kt(第 3図参照)で、風速計は滑走路から120 m風下であるから、強風核が滑走路から風速計の場所まで移動するには約12秒かかる。事故機が接地した時間は12時43分38秒であるから、事故機の受けた風の状況を最もよく表しているのは、自記記録の上では43分50秒頃と云うことになる。

3・2 IASを用いての風の変化の推定

IASの変化は、a)風速傾度の大きい場を通過することと、b)瞬間的な風の変動、により起こる。従って、風の短周期変動を除外して考えれば、IASの時間変化は、風速傾度の大きい場の中を航空機が通過したことによる向かい風成分の変化により決まり、一方、風の記録の時間変化は、風の間が観測点を通過することにより決まる。

それ故、同じ大きさの風速場であっても、風の記録とIASに現れる継続時間は異なる。本例では、平均風は10 m/sであり(第 3図)、対地速度は60～65 m/s(第 5図)であるから、風の記録に現れる時間はIASの6～6.5倍となる。

第 5図の eまではIASの変化は大きくないが、eからIASは増加し f点で極大になっている。この f点が第 6図の風の変動の何処に対応するかを知ることが必要なので、次にそのことを検討する。eから fまでのIASの増加域の時間は10秒であり、対地

速度を65 m/sとすると、強風核の風の傾度の大きい地域は $65 \text{ m/s} \times 10 \text{ s} = 0.65 \text{ km}$ で、強風核の対称を仮定すれば、風の記録では継続時間は1.1分となる。また、fからmまでの時間は14秒であるから風速傾度の大きい地域は0.91 kmで風の記録では1.5分となる。一方、2分間風向風速計*の記録(第7図)によると、3秒間平均風速の極値43 kt(黒色)が12時43分頃に記録されているが、この極値は第6図のq~pの時間に対応するが、qの極大値は40.6 ktで2分間計の極値よりも小さいので、pの極大値の中にあると考えなければ説明できない。つまり、第5図のf点が第6図の風速の極大値pに対応すると考えるのが最も説明し易い。

一方、風向は観測値からは特定できないので、e点からf点へのIASが28 kt/10s急増するためには、何れの風向であることがよいかを次に検討する。なお、機首方位は第5図のd点で6度、平均値として4度を用いると、航空機に真横の風は磁方位で274度となる。第6図の風向から、考えられる値について検討すると次のようになる。

- a) 風向が磁方位260度では追い風になるのでIASの増加はあり得ない。
- b) 風向が平均風の磁方位300度だと、 $\sin(300-274)=0.44$ が向かい風成分なので、IASが28 kt増加するためには64 ktの風速増が必要で、変化する前の平均風速(25 kt)を考えると、最大瞬間風速は $(25+64)=89 \text{ kt}$ でなければならないが、この時には46.5 ktなので矛盾する。また、始めの風速が最小値15 ktとしても74ktの最大風速が必要である。
- c) 平均的な風向変動の北側の極値磁方位320度だと、 $\sin(320-274)=0.72$ が向かい風成分になるので、39 ktの風速増が必要なので $(39+25)=64 \text{ kt}$ の最大瞬間風速でなければならないが、この値は差が大きすぎる。
- d) 風向が第6図のsの磁方位340度だと、 $\sin(340-274)=0.91$ が向かい風成分になるので31 kt増加すればよく、最大風速は $(31+25)=56 \text{ kt}$ でよいので、この値は差が比較的小さい。

今までの説明で、IASの極大点fは第6図の最大瞬間風速46.5 kt(図のp)に対応すると考えるのがよい。更に、第5図のf点から接地までの時間は16秒で、風の記録では1.7分であるから、第6図のp点の後のr点までの風速の急減域に対応するが、第6図からは風向、風速を特定することはできない。

しかし、IASの変化を更に詳しく見るとf点からg点までが18 kt/3~4 s、その後の3秒間は変化していない。しかし、kからmまでIASは再び22 kt/5 s急減している。このIASの急変は第6図のpからrまでのできごとであるが、詳細は分からない。何故なら、第6図のpのような瞬間風速計に一本の線として表されている部分を、3次元超音波風速計を用いて詳細に観測した報告(嫌7)によると、この中に複雑な変化が存在しているからである。

*(註) 2分間平均風向風速計の表示装置は0.25秒毎の12ヶの算術平均値(3秒間の値)の2分間の平均値と、その時間内の極値を2分経過した後に表示し、6秒ずらせて同じことを行い、管制通信官はこの値を着陸機に通報している。しかし、2分間計の記録紙は一つの要素については30秒に一回しか記録していないので、第7図の風の極大値は最大値とは限らない。

4 結論

事故機の受けた風は次のように推定される。

- (1) 事故機の着陸 20秒前までの1分間のIASの変動は、それ以後の変動に比べ小さかった(第5図)。
- (2) IASがe点から極大点f(第5図)に変化したのは風向が磁方位340度まで北分をもち向かい風成分が増加したからと考えられ、f点は第6図の風の極大値p、風向の極値sに対応する。この仮定を認めればf点以後は第6図のpからrの風速の急減しているところに対応する。
- (3) p点の極大風の後、向かい風の急減によるウインド・シヤーを受けたため、IASはf-g(第5図)の間で18 kt/3~4 s急減した。この値はICAOのサーキュラ(文獻3)のウインド・シヤーの分類の最も強い“severe”に該当する(第8図)。この2~3秒後にGPWSの警報音がある。(第5図のx、y)
- (4) h点でIASの急減があり、その後、k-m(第5図)でIASは22 kt/5s急減している。この値は“severe”なウインド・シヤーに対応する(第8図)。
- (5) ダウンバーストの発生するような気象状態ではなかった。
- (6) 山越え気流は上空では強い下降気流を伴っているが、本事故の発生地点は殆ど地面近くなので、ここで強い下降気流が存在したとは考え難く、水平の風の増加となっていたと考える。

別表 滑走路両端の風速の差

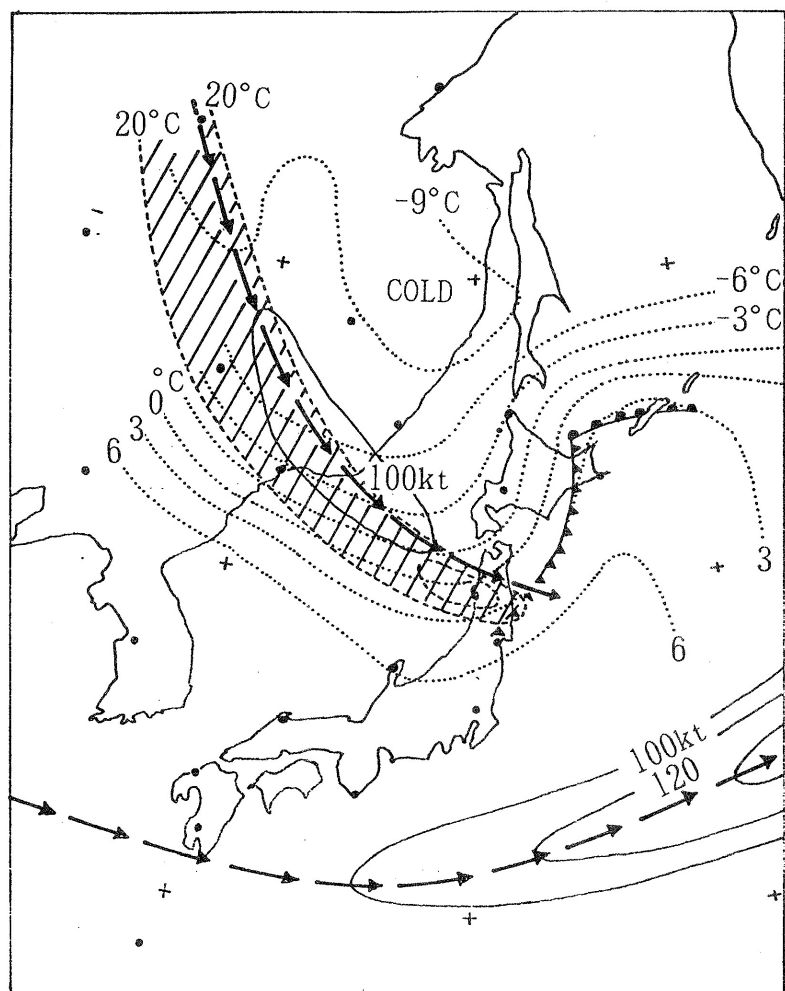
(11時00分～12時50分)

RWY/02			RWY/20	
極大値	(±2分以内)	差	極大値	(±2分以内)
28.5#	(35.0)	5.9	40.9*	[11 : 11]
31.8#	(33.0)	6.1	36.1*	[11 : 23]
26.0#	(33.0)	10.3	43.3*	[11 : 29]
37.6*	[11 : 39]	3.3	26.0#	(34.3)
39.9*	[11 : 44]	12.4	27.5#	(27.5)
48.3*	[11 : 51]	11.9	28.5#	(36.4)
46.6*	[12 : 39]	7.6	29.5#	(39.0)
46.5*	[12 : 44]	5.5	28.3#	(41.0)
43.1*	[12 : 48]	2.5	31.0#	(40.6)

RWY/02とRWY/20の何れかに風速の極大値があった時(*印)に、それに対応した別の風速計のその時間の風速(#)と±2分以内の風速との関係を示している。

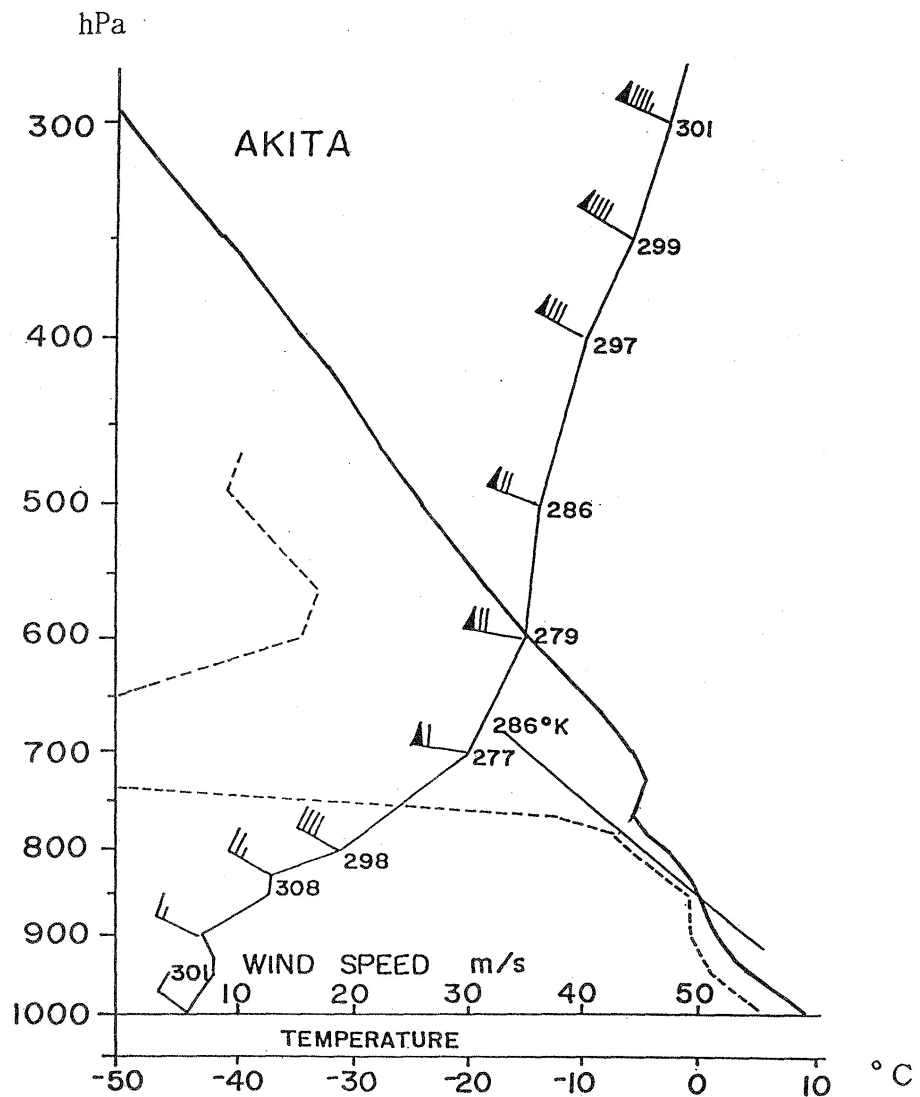
*印は2つの風速計の大きい方の極大値で、[]内はその発現時間を時分で、#印は*印に対応した時間の風速、()内は*印の極大値の発現時間に対応した時間の±2分以内の最大瞬間風速を示し、単位はktである。差の欄は*印から()内の値を引いたものである。

第 1 図 平成5年4月18日 09時の気象状況



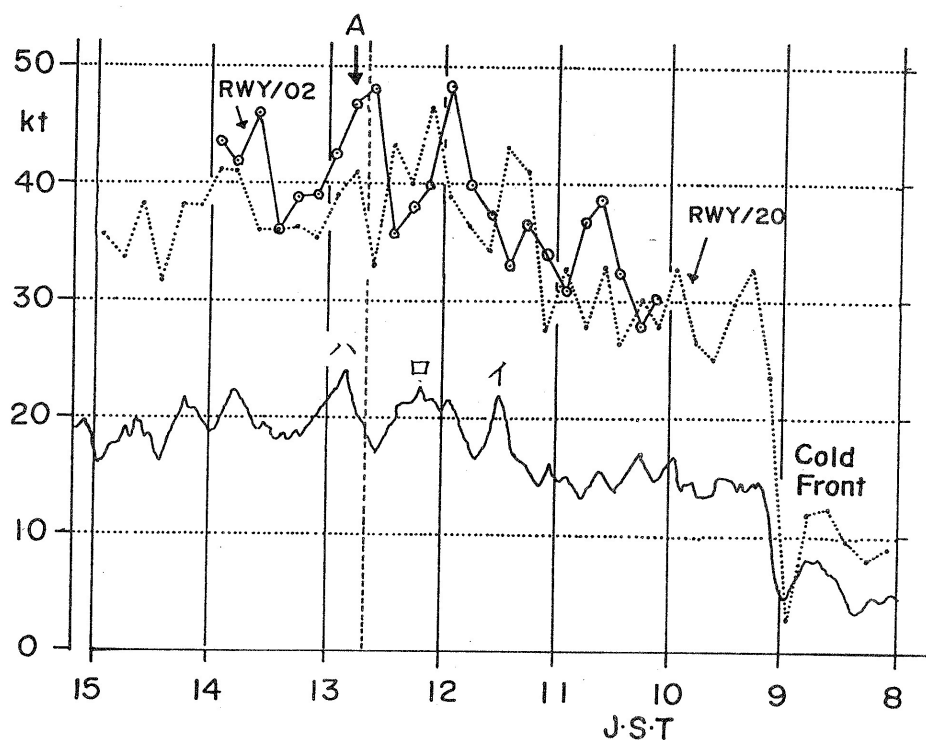
前線の記号は地上の前線系、点線は850hPaの等温線で3°C毎に、斜線域は700hPaの気温と露点温度の差が20°C以上の地域で破線は20°C毎に描かれていて、秋田では48°Cである。なお、太い矢印は300hPaのジェット気流で、細い実線は等風速線(kt)を示す。

第2図 秋田の状態曲線と風速の鉛直分布
(平成5年4月18日09時)



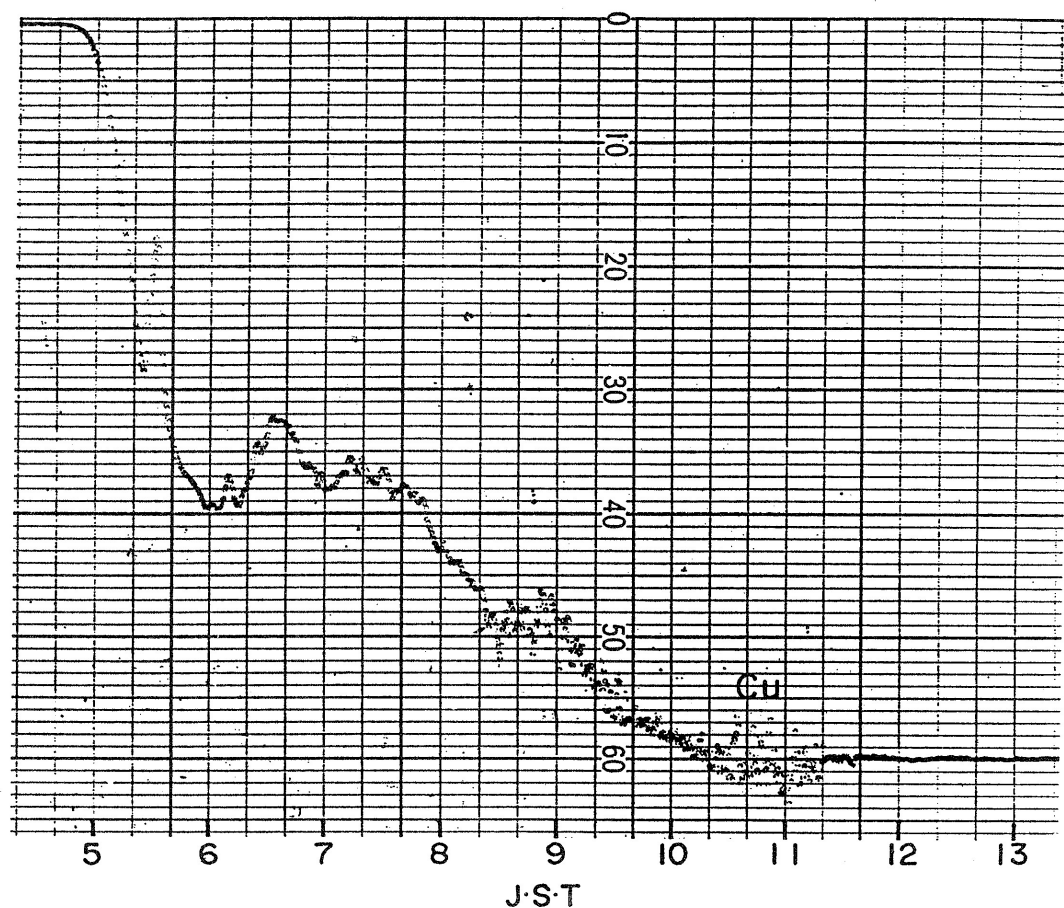
太い実線は気温(°C)、破線は露点温度、矢羽根を持った細い実線は風速で矢羽根の横の数字は風向を360°単位で、細い実線は286°Kの乾燥断熱線を参考のために示した。下層の寒気は山脈を越えるために強制上昇させられて空気塊は乾燥断熱線(水蒸気の凝結がある場合は湿潤断熱線)に沿って温度は下がるので、逆転層のある高度では周囲より重くなり、山脈を越えて外力を失った後は落下し、風下側では下降気流を持った山越え気流が発達する。

第3図 10分間平均風速と10分間内の瞬間最大風速(平成5年4月18日08時00分15時00分)



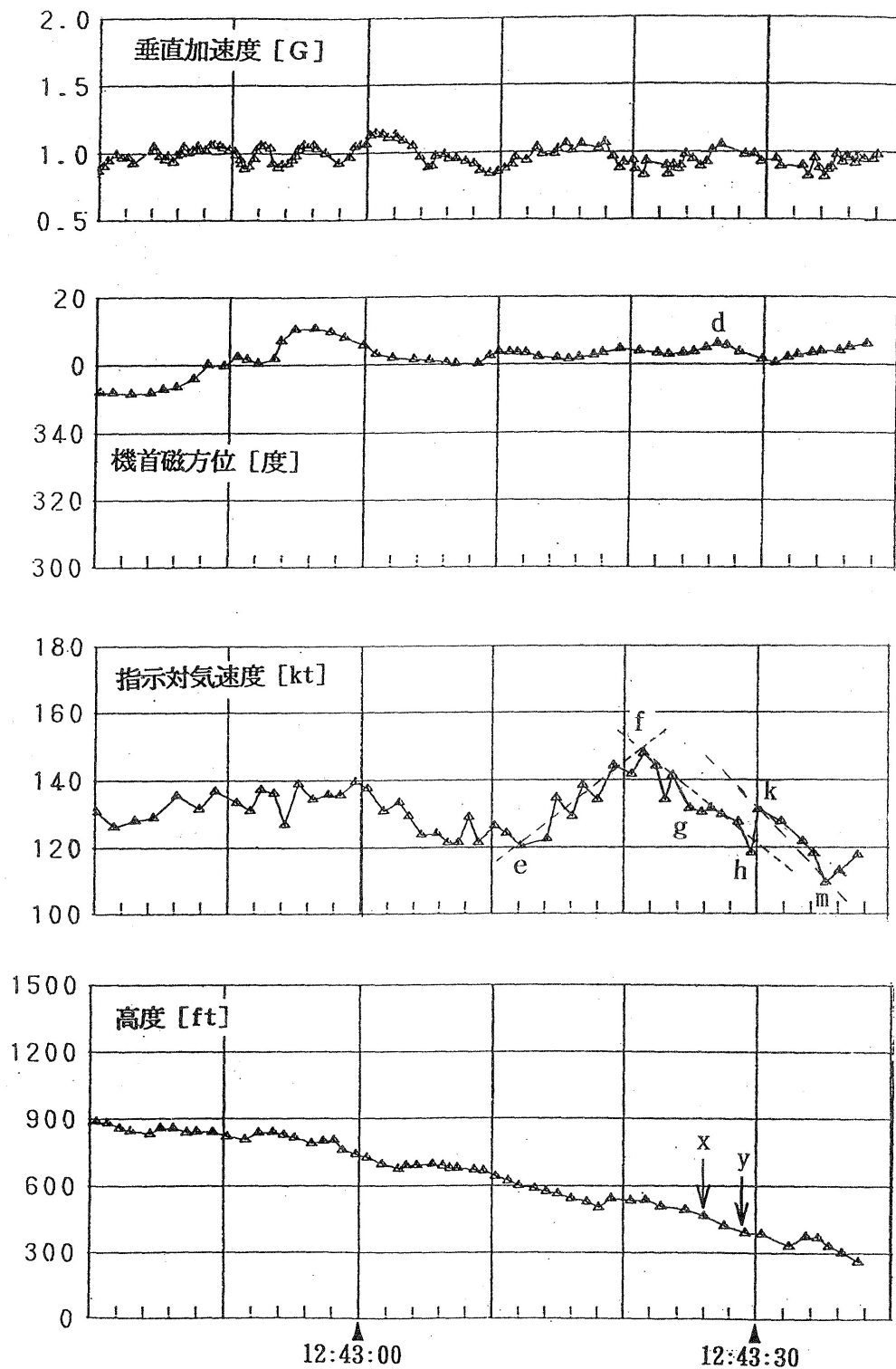
イ、ロ、ハで示した実線は10分間平均風速、細い点線はRWY/20の、丸印を持った細い実線はRWY/02の10分間毎の瞬間最大風速を示す。10分間平均値は風の記録紙では10分間の最後に記録されているが、この図では5分間ずらせてその区間の中心にあるように示してある。A点が事故発生時である。

第 4 図 透過率計の背景輝度の変化
(平成5年4月18日)



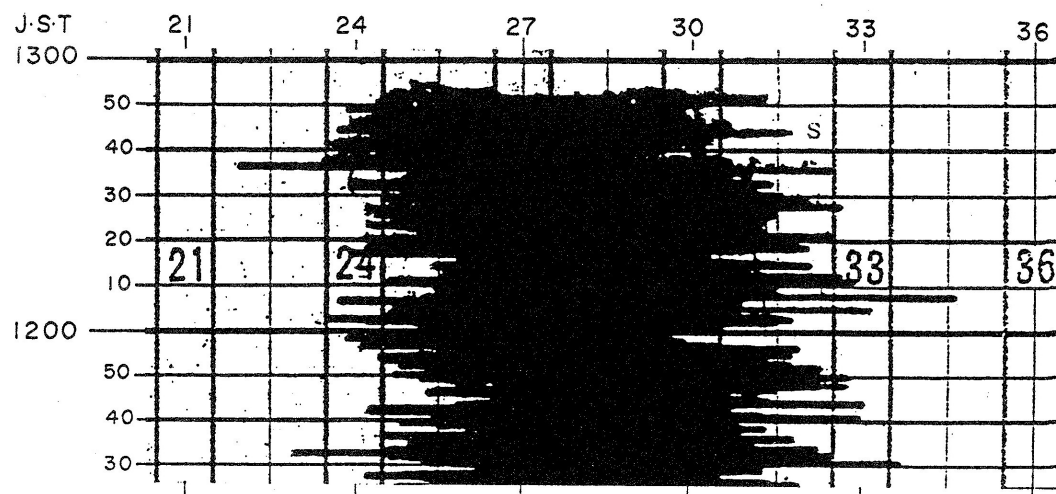
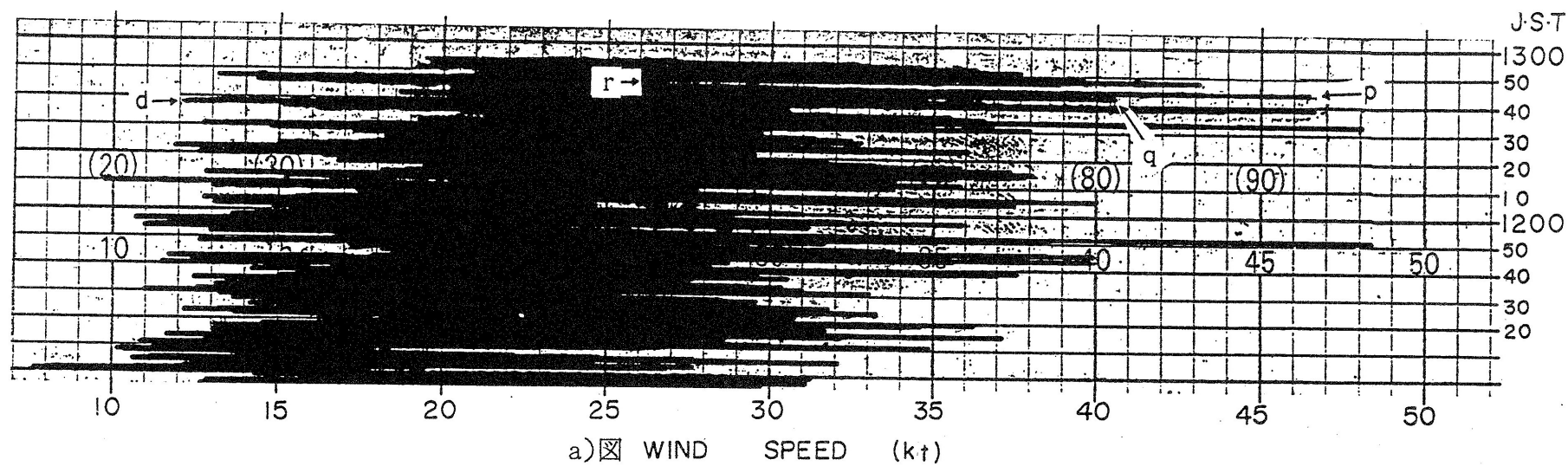
横軸には時間を、縦軸には背景輝度を目盛っており下方ほど強い。寒冷前線の通過した 9 時頃からは輝度は大きくなっているが変動が大きい。これは積雲が空港周辺にあって、積雲の消長による遮光作用の変化と考えられる。

第5図 FDR記録(グラフ)
(3.1.1項で補正したもの)



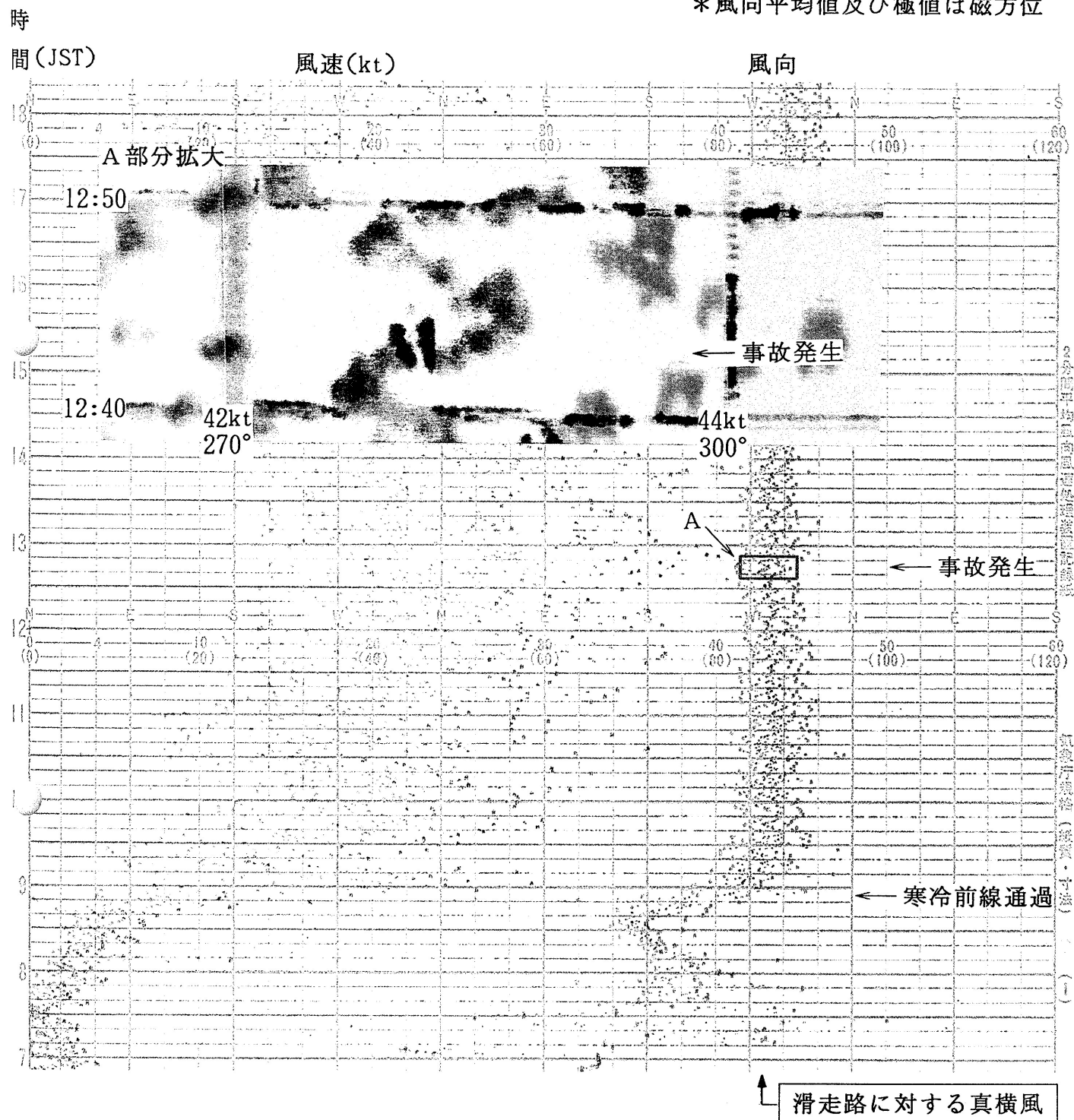
記号 x、y はそれぞれ、GPWSのminimumと、sink rateに対応する。

第6図 風向風速計の記録(滑走路02)
(平成5年4月18日11時～13時)



第7図 2分間風向風速計と最大風速
の極値（滑走路02）
（平成5年4月18日）

*風向平均値及び極値は磁方位



風速	色	風向	色
最小風速	茶	風向CW	緑
平均風速	青	平均風向	紫
最大風速	黒	風向CCW	赤

風向CW：平均風向に対する右回り極値

風向CCW：平均風向に対する左回り極値

第 8 図 ウインド・シヤーの強度
(ICAO CIRCULAR 186-AN/122より抜粋)

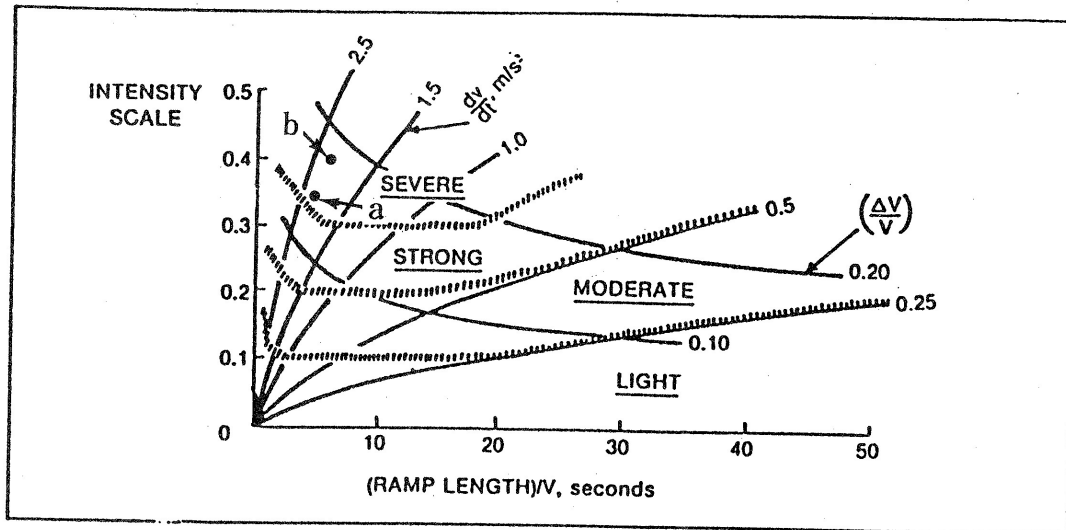


Figure 5-3. Suggested form of intensity boundaries
(from Woodfield and Woods, 1984)

横軸はグライドスロープ上の風の急変域を航空機の世界速度 V で通過するに要した時間(秒単位)、縦軸はウインド・シヤーの強度のスケール、右上がりの実線は dv/dt (m/s^2)、左上がりの実線は $\Delta V/V$ を示す。ここで、 dv/dt は風速の变化率、 ΔV はウインド・シヤー域の風の全变化量、 V は進入速度である

この図に第 5 図の f-g、k-m を入れると a、b となる。

従って、f-g、k-m ではウインド・シヤーは “severe” の強さとなる。

		dv/dt (m/s^2)	$\Delta V/V$	
f-g	$18^{kt}/3 \sim 4s$	2.3~3.0	$18/140=0.13$	... a
k-m	$22^{kt}/5s$	2.3	$22/120=0.18$	... b

文 献

- (1)Arakawa,S.: 『 Climatological and Dynamical Studies on the Local Strong Winds,Mainly in Hokkaido, Japan 』
The Geophysical Magazine, Volume34(1969)pp359-425
- (2)Brinkmann,W.A.R.: 『 Strong Downslope Winds at Boulder, Colorado 』
Monthly Weather Review, Volumel02(1974)pp592-604
- (3)ICAO : 『 Wind shear.』
ICAO Circular 186-AN/122(1987)
- (4)Klemp,J.B. et al : 『 The Dynamics of Wave-Induced Downslope Winds 』
Journal of the Atomospheric Sciences,Volume32(1975)pp320-339
- (5)Lilly, D.K. et al : 『 The Front Range Windstorm of 11 January 1972 』
A Meteorological Narrative-Weatherwise(1972)pp56-63
- (6)Neiman,P.J.: 『 Doppler Lidar Observation of a Downslope Windstorms 』
Monthly Weather Review Volumel16(1988)pp2265-2275
- (7)Nirasawa,H. et al : 『 A Fine Structure of the Gust Front Observed with
Sonic Anemometer 』
Fourth International Conference on Aviation Weather Systems(1991),
Amereican Meteorological Society (Preprints pp278-280)
- (8)Ohno,H. and Suzuki,O.: 『 Small-Scale High Wind Cores Enhancing Low-Level
Wind Shear;Doppler Radar Observation of Opposing
Wind Adjacent to the Sea-Breeze Frontal Zone on
20 September 1989 』
Meteorology and Atomospheric Physics,Volume52(1993)pp147-152
- (9)古川 洋一 他 : 『 花巻空港における強風についての基礎調査 』
仙台管区調査研究会資料(1991)
- (10)安部 政一 他 : 『 花巻空港における滑走路 02,20側の風向の比較について 』
仙台管区調査研究会資料(1980)