

航空事故調査報告書

個人	所属	超軽量動力機
エア－ニッポン株式会社	所属	JA8727
南紀航空株式会社	所属	JA8893
個人	所属	JA4080
株式会社エースヘリコプター	所属	JA6706
東邦航空株式会社	所属	JA9826
東邦航空株式会社	所属	JA6166
独立行政法人航空大学校帯広分校	所属	JA4055
株式会社エースヘリコプター	所属	JA9386
株式会社エースヘリコプター	所属	JA9723

平成14年11月29日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、個人所属マックスエアー式ドリフター X P - R 5 0 3 L 型（超軽量動力機）他 9 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 1 3 附属書にしたがい、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

アエロスパシアル式 S A 3 3 0 J 型
J A 6 7 0 6

航空事故調査報告書

所 属 株式会社エースヘリコプター
型 式 アエロスパシアル式 S A 3 3 0 J 型 (回転翼航空機)
登録記号 J A 6 7 0 6
発生日時 平成 1 2 年 9 月 1 6 日 0 8 時 4 8 分ごろ
発生場所 富山県中新川郡立山町天狗平国見

平成 1 4 年 1 1 月 6 日

航空・鉄道事故調査委員会 (航空部会) 議決

委 員 長	佐 藤 淳 造 (部会長)
委 員	勝 野 良 平
委 員	加 藤 晋
委 員	松 浦 純 雄
委 員	垣 本 由 紀 子
委 員	山 根 皓 三 郎

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

株式会社エースヘリコプター所属アエロスパシアル式 S A 3 3 0 J 型 J A 6 7 0 6 は、平成 1 2 年 9 月 1 6 日 (土) 物資輸送のため、標高約 2 , 3 4 5 m にある富山県中新川郡立山町天狗平国見場外離着陸場に最終進入中、0 8 時 4 8 分ごろ、不意に高度を失って墜落した。

同機には、機長ほか乗組員 2 名の計 3 名が搭乗していたが、機長を含む 2 名が死亡し、1 名が重傷を負った。

同機は大破し、火災が発生した。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空事故調査委員会は、平成 1 2 年 9 月 1 6 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 調査の実施時期

平成12年9月16日～18日	現場調査及び口述聴取
平成12年10月3日及び27日	残がい調査及び口述聴取
平成12年11月1日	口述聴取
平成12年11月16日	残がい調査
平成12年10月3日～平成13年6月27日	気象及びエンジンの解析調査
平成13年1月25日～2月7日	同種事故例の調査
平成13年4月13日～6月27日	エンジンの詳細調査
平成13年7月～平成14年6月	事故原因の解析

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

1.2.4 報告及び公表

平成13年10月30日、事故調査の経過について、国土交通大臣に報告し、公表した。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

2.1.1 飛行経過の概要

J A 6 7 0 6 (以下「同機」という。)は、物資輸送(以下「物輸」という。)のため、平成12年9月16日、基地として使用していた富山県中新川郡立山町の極楽坂場外離着陸場(以下「極楽坂場外」という。)で、07時40分ごろから、機長及び同乗機付整備士の両名により飛行前点検に引き続き試運転が行われ、機体及びエンジンに異常がないことが確認された。

この物輸は、標高約2,345mの天狗平国見場外離着陸場(以下「荷つり場」という。)に準備された道路補修用工事資材(以下「資材」という。)を荷つり場から、約700m北東の標高約2,310mにある道路補修工事現場(以下「荷下ろし場」という。)へ反復輸送するものであった。また、この物輸は機長が監督して、同乗操縦士に操縦経験を積ませるための飛行も兼ねたものであった。

操縦士の操縦経験を積ませるための飛行は、社内規定で定められているもので、最近の飛行経験のうち、当該型式機又は当該型式機と同等の型式機により、60日以内に5時間以上の経験を有しなければ、当該型式機の機長として物輸を行ってはならないというものである。このため、機長が左席に着座して監督し、同乗操縦士が右席の機長席に着座して操縦していた。

同機は、08時20分ごろ極楽坂場外を離陸し、08時30分ごろ荷つり場に着陸して、地上支援作業員を降ろした後、08時33分ごろから物輸を開始した。

同機は、6回目の物輸を終えて7回目の資材をつり上げるために、荷つり場へ進入中、ホバリング態勢に移行したとき、急激に沈下して激しく接地し、更に浮上して左に回転し、破断した部品等を飛散させつつ約26m前方に墜落して大破炎上した。

キャビンの左スライド・ドア付近にいた同乗機付整備士は、機体後部の脱出口付近にできた破壊口から這い出たところを物輸の地上支援作業員に救助されたが、操縦席にいた両操縦士は、脱出することができなかつた。

事故発生地点は、富山県中新川郡立山町足嶮寺^{あしくらじ}ブナ坂外11番地、北アルプス立山天狗平国見駐車場の北方約20m先の緩やかな斜面上（標高約2,340m）で、事故発生時刻は、08時48分ごろであった。

2.1.2 同乗機付整備士及び目撃者の口述

事故に至る飛行経過及び事故時の状況は、同乗機付整備士及び物輸の地上支援作業に当たっていた目撃者の口述によれば、概略次のとおりであった。

2.1.2.1 同乗機付整備士

私は、同機の整備を担当しており、当日も同機に搭乗して機上でスリング（注：つり上げ）作業に携わっていた。

同機には、不具合はなく、不具合の兆候もなかった。時間交換部品も40～50時間程度の余裕を残して交換済みであった。

当日の飛行前点検は、極楽坂場外で07時40分ごろから開始し、パイロットとともにエンジンの試運転を約15分間実施したが、異常はなかった。

エンジンの出力点検は、時間及びカレンダー（注：月1回、パラメーターを確認してモニターする方法）で実施していたが、異常は認められなかった。

前日に極楽坂場外でドラム缶3本分の燃料を補給しており、当日の飛行前点検時に燃料搭載量を確認したところ、燃料計の指示は左右とも約370ℓであった。時間当たりの燃料消費量は約700ℓなので、試運転で約100ℓ使ったとして、極楽坂場外を離陸時の残燃料は640ℓ程度だったと思う。

極楽坂場外から荷つり場への飛行中、「今日は、下降気流があるみたいで上昇しにくいね。」と機長が同乗操縦士と会話しているのを聞いた。

荷つり場では、前日に容易につれた1.2 tのモッコをつるのに初回から手間取っていた。5回目の物輸時までは、社内規定で定められているエンジンの使用限界までは使わずにどうにかつり上げることができたのに、6回目の物輸時には、モッコをつり上げることができなかった。

このため、燃料を消費した後であればその分、機体が軽くなって物資を運べると判断して、そのモッコを最後に運ぶことにし、他のモッコをつり上げて運んで行ったという経緯がある。

モッコをつり上げるときは、機長がホットマイクでロード・メーターの数値を読み上げていたが、つり上げることができなかったモッコの重さは、ロード・メーターの指示で約1.4 tであった。(注：後で実測した結果は、1.27 t)

荷つり場と荷下ろし場間の往復の飛行経路は、最短距離を飛んでいたと思う。当日は東寄りの風だったので、荷つり場に向かって進入するときは、荷つり場よりも少し西側に迂回し、モッコをつり上げるときは、風に正対する形だったと思う。

私は飛行中、キャビン左側スライド・ドアの横に取り付けられた誘導員用座席に座っていたが、誘導作業時はシート・ベルトをすると誘導作業ができないので、モンキー・ベルト(注：落下防止のために身体と機体をつなぐ命綱で、長さが約1.3 mのもの)をして閉めたまま同スライド・ドアの横にしゃがんでいた。

そのため、最初に接地したときには、その位置から宙を舞って右前方に飛ばされ、キャビン右前方部に装着されていた2人用座席の背もたれ部分に激しくぶつかって床に落ち、背中と肩を強く打った。そのことまでは記憶しているが、そのとき気絶してしまったらしい。そのときの沈下の感じは、パイロットの訓練のときに同乗して経験したことのあるホバリング・オートローションのような感じだった。また、そのときのエンジン音は普段と変わらなかった。したがって、両エンジンのパワーが急激に低下した兆候はなかったし、エンジンがおかしいとは思わなかった。また、暖房のためのエンジン・エア・ブリードは使用していなかった。

私は、気が付いたときには床にうつ伏せ状態で、顔と背中にやけどをしていた。機体はわずかに右へ傾いた状態で、私の倒れていた右側スライド・ドアの前方付近が一番激しく燃えていた。操縦室の方向は火の海になっており、パイロットの姿も見えないくらいだったので、キャビンの後方へ向かって逃げることもできなかった。

私は、後方にある脱出口を兼ねたリア・ウインドーを蹴飛ばして脱出しようと考えていたが、リア・ウインドーと左のスポンソン(注：主脚格納及び外部燃料

タンクの収納を兼ねる後部胴体の側方に張り出した部分)の間にできた垂直方向の裂け目があったので、そこから脱出した。

脱出後は、物輸の地上支援作業に当たっていた同僚の肩を借りて、機体から離れた。

機体が接地する前にダブル・フックが機体に衝突した記憶はないし、テール・コーンが飛んでいたとか、機体が回転したとかという記憶は全くない。

接地痕から推定して、機首方向は進入コースに対して約30°左向きになっていたようだが、風が強くて気流の乱れもあったので、最終進入のときはコースに乗るために、多少のクラブをとっていた感じがあった。

当日は、機長が教官で、同乗操縦士が5時間のリフレッシュ訓練を受けていたので、間違いなく同乗操縦士が操縦していた。また、落ちるときに「アーン！」と声を発したのも同乗操縦士で、回復無理という感じの叫びだった。

2.1.2.2 目撃者

(1) 物輸の地上支援作業中、事故を目撃した整備士A

当日、同機のミッション・クルー(注:作業チーム)は機長を含む5名(注:操縦士2名、同乗機付整備士兼オペレーター1名、物輸の地上支援作業担当2名)で編成されていた。当日は休日で、私はミッション・クルーではなかったが、自発的に物輸の地上支援作業を手伝っていた。

同機には、機長のほか、同乗操縦士、同乗機付整備士、機付整備士B、整備士C、本作業を発注した会社の社員D及び私の計7名が搭乗し、08時20分ごろ極楽坂場外を離陸して、同30分ごろ荷つり場に着陸した。

そこで機付整備士B、整備士C、本作業を発注した会社の社員D及び私の計4名が降り、同機はエンジンを停止することなく、同33分ごろからすぐに作業を開始した。

この物輸作業は機長が監督し、同乗操縦士の操縦経験を積ませるための飛行も兼ねて実施していた。そのため、機長が左席に着座し、同乗操縦士が右席の機長席に着座して操縦していた。

また、同乗機付整備士が機上作業のためのオペレーターを兼ねて搭乗していた。

作業の内容は、前日から荷つり場に用意されていた20個のモッコを同場外から直線で東北東に約700~800m離れた林道の工事現場へ下ろしてくるもので、この反復輸送には1往復するのに約2分かかる。

モッコ1個には、目分量で約1.5tの資材をまとめてあり、つれるかどうかの機上での判断は、機長がトルク計やロード・メーター等を見て行っていた。

事故は、6回目のモッコを荷下ろし場に下して、7回目のモッコをつるために荷つり場へ最終進入してきた段階で発生した。

そのとき、私は着陸誘導のために荷つり場にいたが、飛行中に異常音も無く、それまでと特に変わったことはなかったと思う。ただ、最終進入時は、フレアー（注：機首上げ操作をすることにより、前進速度と降下率を減らす操作）がいつもより少し大きいかないかと思っただ。

フレアー・アウト（注：フレアーを終了し、機体姿勢を水平にする操作）して機体が水平になったと思っただ瞬間、ランディング・ギアが見えなくなるまで一気に降下した後、立ち直った感じで空中で左へ少なくとも2回転しながら約10～15m上昇してきた。このとき、テール・コーンが私たちの方へ吹っ飛んで来た。その後、激しく接地して右側に横転するように傾き、下側になった第2エンジンから火を噴いた。荷つり場にいた私と他の3名も、機体が回転しているときに物が飛んできたので、飛散物を避けるような格好で皆後ろ向きになったが、私は同機が地面に激突した瞬間を見ていた。

私たちは、乗員たちを救助するために急いで機体のそばへ駆けつけたが、操縦室は既に火だるま状態だった。そのとき、機体の後方から脱出して来た一人を、最初に駆けつけていた同僚が救助に当たった。

しばらくして、簡易消火器を持った人達が駆けつけてくれて、簡易消火器を約10本使用して消火に当たったが、火の勢いは衰えなかった。その後、新たに届けられた簡易消火器で、消火作業を続けたが、効果はなかった。

事故時は、荷つりのための進入だったので、荷つり用のダブル・フックの先端が地面から約1mの高さになるようにホバリングするため、高めに進入して来たように思う。ダブル・フックは、メイン・フックからつり下げられたロープの先端に付いており、機体下面から約6mのところにある。

(2) 物輸の地上支援作業中、事故を目撃した機付整備士B

私は荷つり場で他の3名とともに降りて、モッコをフックにかける物輸の地上支援作業をしていた。

私は、同機が最終進入でフレアーをかけるころから、ダウン・ウォッシュを避けるために、後ろ向きになって機長と無線交信をしていたので、落ちる瞬間は見えていなかった。振り向いたときには、同機が一瞬下がって目の前から消え、また上がってきた。そのときには既にテール・コーンは付いておらず、同機は空中で左に回っていた。機体からの飛散物を避けるために逃げているときには、まだ「キーン」というエンジン回転音が聞こえていた。次に後ろを振り返ったときには、同機は見えなかったが、煙が出始めていた。その直後に火が見え、炎もすごくなった。

同機に近づいたとき、エンジン回転音はしていなかったと思うが、メイン・ローターが回転していたかどうかは記憶にない。

煙を避けて斜面の下の方から機体に近づくと、右に傾いた機体と地面の間に隙間があり、機体底部全体が見える状態だった。機体下側になっていた胴体右側とスライディング・ドアの間にできた隙間と思われる位置から人が這い出てきたので救助した。

その後、機体は焼け崩れて右に倒れた。

機体の異常や不具合、異音などはなかったと思う。

(3) 物輸の地上支援作業中、事故を目撃した整備士C

私は、同機が作業を開始して7回目のモッコをつりに戻ってきたとき、アプローチの段階から時折同機を見ていたが、機体があおられる様子もなく、異音もなく、正常だった。

同乗操縦士が、7回目のモッコを下ろす場所の変更を確認するため、無線で聞いてきたので、「確認します。」と応答し、整備士Bにその確認を指示して、振り返ったとき、突然落ちたのでびっくりした。

機体がバウンドしたとき、テール・コーンがもげたのを見た。次に落ちたとき、同機はメイン・ローター・ブレード(以下「MRB」という。)で機体右側の地面を叩きながら、機体の右側を地面に接する形で横転した。

同機はいつもモッコをつり上げるときには、荷つり場の十分手前でホバリングに移行し、ダブル・フックと地上とのクリアランスが約1mになるように高度を調整しながら徐々に接近してきていた。

進入は、6回目までと全く同じで、異常は感じなかった。

燃料は前日の作業終了直後に極楽坂場外でドラム缶3本分の600ℓを入れたが、機体にどれだけの残量があったかわからない。燃料補給時に検水はしなかった。

(4) 地上にいて事故を目撃した作業を発注した会社の社員D

私は北陸地方でヘリコプターを使う仕事を取り、エースヘリコプター株式会社(以下「同社」という)の機体を借りて業務をしている。同機が目の前から消え、おかしい動きをするなどと思ったときは、既に墜落していた。バウンドして機体が上がってきたことは、見ていなかったのだから知らない。

飛散物を避けるために道路側へ逃げ、その後、見に行ったらキャビンの中にすぐ火がつくといった状況だった。事故現場は私がいた場所よりも20～30m手前だったので、機体がホバリング状態になるときはダウン・ウォッシュを感じた。また、ハイマツの枝のなびき方は一定方向ではなかったように思う。

同機の燃料は、15日の作業終了後に、9月14日に納入された新品のドラム缶10本のうちの3本を極楽坂場外で補給したものと聞いている。
(付図1、2、3、及び写真1、2参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

機長及び同乗操縦士の計2名が死亡し、同乗機付整備士が重傷を負った。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

大 破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

メイン・ローター部	焼損
胴体部	焼失
テール部	破損(破断分離)
エンジン部	焼損
脚部	焼損(右主脚)及び破損(前脚) 破損(左主脚は破断分離)
操縦系統	焼損

2.4 航空機以外の物件の損壊に関する情報

事故現場付近のハイマツ約200m²が焼損した。

2.5 航空機乗組員等に関する情報

(1) 機長 男性 47歳

事業用操縦士技能証明書(回転翼航空機)	第6680号
限定事項	ベル式47型 昭和52年5月27日
限定事項 陸上多発タービン機	
	アエロスパシアル式SA330型 平成4年10月5日
第1種航空身体検査証明書	第12220048号
有効期限	平成13年3月19日
総飛行時間	6,558時間50分
最近30日間の飛行時間	21時間49分
同型式機による飛行時間	1,577時間14分
最近30日間の飛行時間	21時間49分

(2) 同乗操縦士 男性 46歳

事業用操縦士技能証明書(回転翼航空機)	第7331号
限定事項	ベル式47型 昭和54年2月5日
限定事項 陸上多発タービン機	
	アエロスパシアル式SA330型 平成5年6月2日
第1種航空身体検査証明書	第12220023号
有効期限	平成13年2月27日
総飛行時間	6,531時間10分
最近30日間の飛行時間	27時間02分
同型式機による飛行時間	897時間07分
最近30日間の飛行時間	4時間09分

2.6 航空機に関する情報

2.6.1 航空機

型 式	アエロスパシアル式SA330J型
製造番号	1361
製造年月日	昭和51年1月27日
耐空証明書	第東-12-060号
有効期限	平成13年4月26日
総飛行時間	7,429時間44分
定期点検(100時間点検 平成12年8月4日実施)後の飛行時間	54時間09分

(付図3参照)

2.6.2 エンジン

(1)第1エンジン(左側)

型 式	ツルボメカ式ツルモ C型
製造番号	1611
総使用時間	4,516時間14分
前回オーバーホール後の使用時間	81時間14分
定期点検後の使用時間	54時間09分

(2)第2エンジン(右側)

型 式	ツルボメカ式ツルモ C型
製造番号	1399
総使用時間	6,194時間08分
前回オーバーホール後の使用時間	2,381時間08分

2.6.3 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は4,722kg、重心位置は4.71mと推算され、いずれも許容範囲（最大重量は7,400kg、事故当時の重量に対応する重心範囲4.50～4.95m）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、潤滑油はモービル・ジェット・オイル256であった。

2.7 気象に関する情報

2.7.1 天気概況

事故当日の05時00分に富山地方気象台が発表した富山県地方の天気概況は、次のとおりであった。

北陸地方は太平洋高気圧に覆われていますが、日本海には前線が停滞しています。一方、台風第14号は朝鮮半島南部にあって北に進んでいます。

台風第14号は朝鮮半島を北に進み、今夜には温帯低気圧に変わる見込みです。

北陸地方は南から暖かく湿った空気が入り気温が上がって晴れますが、夕方から曇りとなり雨の降るところがあるでしょう。

（付図4、5参照）

2.7.2 事故現場近傍の気象

事故現場に近い室堂ターミナル内の立山黒部観光株式会社室堂運行所が観測していた事故当日の室堂及び大観峰の観測値は、次のとおりであった。また、付図6に見られるように、風向及び風速の変動が大きく、風向変動は、北北東～南～西南西で変動幅は約225°、風速変動は、0～18m/sであった。

室 堂（事故現場の東約1km / 標高約2,400m、立山稜線の西斜面側）

（07時）： 天気 くもり、視界 15km、気温 13、風向 南東、
風速 10m/s

（09時）： 天気 くもり、視界 10km、気温 13.8、風向 南東、
風速 10m/s、湿度 57%、雲量 全天、降水量 なし

大観峰（事故現場の東約4.2km / 標高約2,350m、立山稜線の東斜面側）

（07時）： 天気 くもり、視界 15km、気温 15.6、風向 西、
風速 5m/s

(09時): 天気 くもり、視界 10km、気温 15.2、風向 西、
風速 3m/s、湿度 89%、雲量 全天、降水量 なし
(付図6参照)

2.7.3 目撃者等の気象に関する口述

同乗機付整備士及び事故現場付近にいた目撃者等から得た口述によると、事故当時の気象は、概略次のとおりであった。

(1) 同乗機付整備士

山岳地であり、あの地形だから風はある。事故当日の風向は、極楽坂場外から荷つり場に向かう途中の「称^{しょうみょう}名の滝」から弥陀ヶ原付近^{みだかはら}までは、ほとんど北東風であった。飛行中は上下動を感じるガブリ(注:機体の不規則な動揺)があり「今日も風が強いね」と話していた。

雲は前日と違って、立山の頂上よりやや南側にある浄土山付近の稜線を越えて巻きながら下るような動きをしていたので、パイロットと「変な雲だね」と話した。

(2) 荷つり場において事故を目撃した整備士A

事故当時の風向は東北東で、みくりが池方向からだったので、資材を下ろす場所に行くときが向かい風、戻って来るときが追風、そして、進入時は横風だった。風の強さは、常時平均5~7m/s位で、体感で12~13m/sの突風が時々吹いていたと思う。特に身構えていなければ、あおられるぐらいの感じだった。

荷つり場周辺の山肌にはガスや霧はなく、高いところに雲がある程度の曇り気味の天候だった。雄山^{おやま}や劔岳^{つるぎだけ}に雲がかかったり見えたりして変化があり、所々に青空も見えた。当日は、暖かかった。

(3) 荷つり場において事故を目撃した機付整備士B

当日は、時折、突風が吹き、風向が変化していたかも知れない。周期的ではないが突然「ワッ」とくる感じの突風を少なくとも2~3回感じた。

(4) 荷つり場において事故を目撃した整備士C

風は、常に北東から吹いていたが、ガスは南東方向から上がってきていた。当日は強い風が吹いていたが、物輸の飛行中にガブられた様子もなかった。

(5) 取材ヘリコプターの機長

事故当日の09時45分ごろ、取材のため、事故現場付近の上空を高度8,000ft(約2,440m)以上で飛行したが、現地上空は南西の風が20ktぐらい、下は12~15ktぐらいで巻いているようで、気流が乱れていた。そのため高度を下げた事故現場に近づくことができなかった。

2.7.4 事故直前の08時40分ごろから、下山途中で、強風を避けるために事故現場の約400m北西にある山荘にいて、たまたま事故を目撃し、連続写真を撮影した登山者の写真画像には、事故機の火災による煙の形状や煙の流れる方向が時々刻々変化するなど、気流の乱れていた様子が映し出されていた。
(写真9参照)

2.8 事故現場及び残がいに関する情報

2.8.1 事故現場の状況

物輸は、立山西側からなだらかに西方向へ下った地域で、北側に奥大日岳、南側に国見岳があり、3方を標高2,600m以上の山に囲まれた天狗平で行われていた。

事故現場は、北アルプス立山道路の終点付近にある天狗平国見駐車場(荷つり場)の北方約20m先のなだらかな斜面上で、事故機は、機首を南東方向(方位約140°)に向けた状態で焼失し、ほとんど原形をとどめていなかった。また、同機周辺のハイマツが延焼した形跡があった。(以下、ほとんど焼失した胴体部分があった場所を「墜落地点」という。)

機体の散乱状況等は、墜落地点から同機が進入してきたと推定される方向を見て、次のとおりであった。

東側約16mの地点には、胴体後部との結合部から後方1~1.5mに位置するFuselage Station(以下「FS」という。)10120~10492付近で破断分離したテール・コーンが焼失を免れて落下していた。

手前約40mの地点には、取付部付近から破断分離した左主脚が落下していた。

手前約26mの地点には、前脚及び左右主脚によると推定される接地痕が方位約180°に向けて残っていた。

接地痕の状況は、同機が前進対地速度が残っていた状態で接地したことを示しており、それらの形状は次のとおりであった。

前脚によると推定される痕跡は、幅約50cm、長さ約150cm及び深さ約50cmであった。

左主脚によると推定される痕跡は、幅約60cm、長さ約60cm及び深さ約30cmであった。

右主脚によると推定される痕跡は、幅、長さ及び深さとも約60cmであった。

なお、右主脚によると推定される接地痕の側には、メイン・ローター・オートマチック・ドループ・リストレナーの破片が1片、リア・ハッチの非常脱出用ウインドーと認められる破片が5片散乱していた。

MRBによると推定される2ヶ所の打痕が、手前約14mの地点にあり、そのうちの1ヶ所はMRBの全長にほぼ等しいものであった。これらの打痕は墜落時

に付いたものと考えられる。

また、周辺20～30mの範囲内には、MRBやテール・ローター・ドライブ・シャフトの破片等が飛散していた。

機体の東側にあつて胴体から分離を免れた前脚のタイヤは、最も風上側に位置していたために焼失を免れていた。

(付図1、2、3、及び写真1、2、3参照)

2.8.2 損壊の細部状況

主要部分の損壊の細部状況は次のとおりであり、いずれも激しい接地の衝撃と、火災により生じたものと認められた。

(1) メイン・ローター部

火災により全体が激しく焼損していた。MRB後縁のハニカム構造部分の一部は焼損し、他の大部分は墜落地点を中心として周辺20～30mにわたって飛散していた。

同機のMRBの損傷状況をメイン・ローター・シャフトを基準に、機体の上から見て右回りに述べると、次のとおりであった。

1枚目のMRBは、地面に対して真上を向いたスリーブに取り付けられたままの状態が大きく上側にフラッピングしていた。また、スリーブ取付部から1m付近でスパーが折損し、そこから先端側が回転方向に約240°ねじれていた。

2枚目のMRBは、右下前方にあつてフラッピングし、地面に接触した状態であったが、スパーの破断は認められなかった。

3枚目のMRBは、右下後方にあつて地面に接触した状態であったが、スパーの破断は認められなかった。

4枚目のMRBは、左上後方にあつたが、スパーには破断が認められなかった。

なお、各MRBが取り付けられているスピンドル/スリーブ・アセンブリーにはドラッグ・ダンパーが取り付けられ、ドラッグ・ヒンジとなっているが、3枚目と4枚目のMRB用のドラッグ・ダンパーの取付部が破断していたため、MRBの回転方向に対して自由に動くことになった3枚目と4枚目のMRBは、正規の相対角度(90°)が保たれずに近接した位置にあつた。

(写真6参照)

(2) メイン・トランスミッション・ギア・ハウジング

メイン・トランスミッション・ギア・ハウジングは焼失していた。

(写真2参照)

(3) 胴体部

左側面を上にし、機首をほぼ南東に向けた状態で焼失していた。

エンジン・デッキ及び機首底部一次構造は焼損していたが原形を保っていた。

荷つり用ダブル・フックは荷つり用ロープが付いた状態で、機体の東に無傷のまま落下していた。

(写真3参照)

(4) テール部

テール・コーンは右側面がF S 1 0 1 2 0のフレームから、左側面はF S 1 0 4 9 2のフレームから、それぞれ破断分離していた。両側面ともにF S 1 0 8 6 4から前方の破断部にかけて内側にすぼんでいた。また、破断部の底部には、上方に押し潰された痕跡が残っていた。破断分離したテール・コーンは機首部分の東側に広がるハイマツ帯の中に裏返しの状態で落下しており、焼損は認められなかった。

テール・コーン破断部付近のテール・ドライブ・シャフトには、その周囲のテール・ドライブ・シャフト・オープニング・フェアリングと接触のときに発生したと認められるらせん状の擦過痕があった。

また、破断部のすぐ後方にあるテール・ドライブ・シャフトには、フレキシブル・カップリングの取付スクリューと接触したと認められる痕跡があった。

機体の周囲には、後方から見て左回り（同シャフトの回転方向）で開放破断したテール・ローター・ドライブ・シャフトの破片が2片飛散していた。

なお、同シャフト片は破断分離したテール・コーンの前部のものであった。

5枚のテール・ローター・ブレード（以下「TRB」という。）は、それぞれ黄、青、赤、白及び黒に色分けして識別され、この順番でハブに取り付けられている。

黄のTRBは、地面に沿って外側に屈曲していた。

青のTRBは、下敷きになっており、ハブ取付部付近から大きくテール・コーン側に屈曲していた。

赤のTRBは、ほぼ無傷であった。

白と黒のTRBは、ハブ取付部から約2.5mの位置でテール・コーン側に湾曲しており、テール・コーン側の面には回転方向に擦過痕が認められた。

テール・ローター・プロテクティブ・スキッドの取付部は3ヶ所が破断し、同スキッドはテール・コーンから分離して約20m離れた国見駐車場内に落下していた。

なお、テール・コーン後部には、テール・ローター・プロテクティブ・スキッド取付部が破断したときに生じたと思われる裂傷及び擦過痕があった。

水平安定板の左側端部には、破断した左主脚ギア・レグが衝突したと認められる明瞭な打痕があった。また、同安定板は、ほぼ中央部付近から下側に大きく湾曲していた。

(写真5参照)

(5) エンジン部

両エンジンは焼損していたが、原形を保っていた。補機は激しく焼損していた。

No.1エンジンのフリー・タービン・ホイール周囲のエグゾースト・ディフューザー左側面の裂開が認められた。

(写真4、7参照)

(6) 脚部

右主脚は焼損し、タイヤが焼失していた。なお、ホイール・アクスル(車軸)下部の軟らかな地面には、機体が最初に接地したときに生じたものと認められるタイヤの形状をした深い溝状のくぼみが生じていた。

左主脚は、レグ・アタッチメント・ベアリング部及びその下部のハウジングが破断し、ランディング・ギア・レグ・アクスルから脱落して墜落地点の約40m手前に落下していた。また、タイヤにはスキッド・マークは認められなかった。

前脚は破損し、機体取付部が焼損していた。

(7) 操縦系統

胴体部の操縦系統は完全に焼損していた。

破断分離したテール・コーンの操縦系統に損傷は認められなかった。

(8) 計器類

焼損及び焼失していた。

(写真2、3、4、5、6、7参照)

2.9 医学に関する情報

2.9.1 富山県警上市警察署の情報によれば、次のとおりであった。

火災が鎮火した後、11時ごろから15分間ぐらいで機長及び同乗操縦士に関する簡易検視を実施し、死亡を確認した。その後、両名を搬送、12時30分ごろ上市警察署に到着し、再検を行った。

翌17日、10時30分ごろから、富山医科薬科大学において司法解剖が行われた。鑑定結果によると死因は焼死であった。

また、機長及び同乗操縦士の血液から微量のアルコールが検出され、機長の血液中のアルコール濃度は0.3mg/ml、事故時に操縦を行っていたと考えられる同乗操縦士の血液中のアルコール濃度は0.2mg/mlであった。なお、これらの数値には、死後産生のアルコールが含まれている場合があり得る。

2.9.2 富山県防災航空センターからの情報によれば、次のとおりであった。

09時00分ごろ、立山消防署から通報を受けた同センターのヘリコプターは、09時10分ごろに富山空港を離陸し、09時25分ごろ荷つり場に着陸した。

機長及び同乗操縦士は、既に死亡していた。

また、救出された同乗機付整備士は、やけどと骨折により、駐車場の一部に設けられた荷つり場付近の車両内に救護されていたが、同センターのヘリコプターにより、同場外を09時31分に離陸して09時43分ごろ、富山市内の病院に収容された。

2.10 火災及び消防に関する情報

立山消防署は、08時52分に通報を受け、消防車は10時00分ごろ現場に到着したが、事故機は既に鎮火に近い状態で、破断分離して飛散したテール・コーンを除き、ほぼ焼失していた。鎮火を確認したのは、10時40分ごろであった。

2.11 事実を認定するための試験及び研究

2.11.1 エンジンの詳細調査

残がい調査の結果、No.1エンジンのフリー・タービン・ホイール周囲のエグゾースト・ディフューザー左側面の裂開が認められた。これらの破損の原因を調査するため、エンジンの詳細調査を実施した。

その結果、No.1エンジンのフリー・タービン・ディスクが破断して、その破片がエグゾースト・ディフューザー左側面から飛散したものと推定された。また、同機が最初に激しく接地するまでは、両エンジンともに正常に作動していたものと推定された。

詳細調査から推定される事項は次のとおりである。

両エンジン前方アタッチメント（マウント）のエンジン側フィッティングのスクリュウの折損状況から、同機が最初に接地したとき、機体に相応の前方及び下方荷重がかかったものと推定される。

そのとき、No.1エンジンのフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスからフューエル・コントロール・ユニット（以下「FCU」という。）
・ドライブ・シャフトが脱落したため、No.1エンジンのガス・ジェネレー

ター・タービンの回転速度（以下「Ng」という。）はあらかじめセットされた最大回転速度に増速され、フリー・タービン回転速度（以下「Nf」という）も増速されたものと推定される。

同機が2回目に接地したときの衝撃と、回転し続けていたMRBが地面を叩いた衝撃により、No.1エンジンとメイン・ギア・ボックス（以下「MGB」という。）間をつなぐトランスミッション・シャフトに、エンジンのフリー・タービン・シャフトとMGBへの入力部の間で、トランスミッション・シャフトのMGBインプット・フレクターが吸収できない過大なミス・アライメント（心ずれ）が生じ、同フレクターが破断したものと推定される。さらに、MGBとの結合を失って負荷が無くなったフリー・タービンは、一気に過回転となってフリー・タービン・ディスクが破断し、周囲のエグゾースト・ディフューザーを突き破って飛散したものと推定される。このとき、No.1エンジンの後方補助マウント部の潰れ及び裂開が生じたものと推定される。

No.1エンジンは、別添に示す経過を経て損壊したものと考えられる。

No.2エンジンには損傷が認められなかったことから、同エンジンは、同機が事故に至るまでは、正常に作動していたものと推定される。

（付図7、及び写真7、8、並びに別添参照）

2.11.2 計器の分解調査

計器は完全に焼損していたため、分解調査を実施しなかった。

2.11.3 燃料の調査

同乗機付整備士の口述によると、同機が極楽坂場外で前日に補給した燃料は9月14日に納入されたものであったが、補給時に検水が行われなかったため、極楽坂の残余の集積燃料を検水した結果、水分や異物は検出されなかった。

2.12 その他必要な事項

2.12.1 アルコール飲料を摂取した後の操縦に関する規定について

- (1) 航空法第70条（酒精飲料等）は、「航空機乗組員は、酒精飲料又は麻酔剤その他の薬品の影響により航空機の正常な運航ができないおそれがある間は、その航空業務を行ってはならない。」と規定している。
- (2) 米国及びヨーロッパの規定

米国の連邦航空規則（Federal Aviation Regulations §91.17 Alcohol or Drugs.）には、アルコール摂取から8時間以内の飛行を禁止すること、

及び血液中のアルコール濃度は重量比0.04%（ほぼ0.40mg/mlに相当）以下であること、と規定されている。

ヨーロッパ共同航空局のヨーロッパ共同航空規則(Joint Aviation Requirement JAR-OPS 3.085(d))には、航空運送事業の用に供するヘリコプターの運航において、運航乗務員は、飛行任務又は待機を指定された時間の8時間前以後は、アルコールを摂取してはならず、また、血液中のアルコール濃度が重量比0.02%（ほぼ0.20mg/mlに相当）を超える場合には、飛行任務を開始してはならない、と規定されている。）

2.12.2 死後に産生されるエタノールについて

航空医学実験隊の研究論文（菊川 あずさ他「死後に産生されるエタノール」防衛衛生、1997年2月）には、次のような記述がある。

- (1) 「人や動物の死体の血液や組織からは150mg/100gまでのエタノールが検出されることがある。」
- (2) 「死後産生のエタノール濃度の上限は20mg/100ml, 150mg/100ml, 200mg/100mlなど、研究者によって異なった値が提案されている。しかし、これらの値を超える例も認められている。」

注： エタノール濃度の単位「mg/100ml」を「mg/ml」に換算すれば、濃度の値は1/100になるので、例えば20mg/100mlは、0.2mg/mlになる。

2.12.3 航空法に係る許可について

事故当日の飛行のうち、荷つり場～荷下ろし場間の飛行については、航空法第79条ただし書の許可及び同法第81条ただし書の許可を受けていたが、極楽坂場外～荷つり場間の物輸のための飛行については、同法第97条第2項に定める飛行計画は通報されていなかった。

2.12.4 飛行規程の抜粋

同機の飛行規程には、概略次のように記述されている。

- (1) 機外荷物のつり下げのとき、搭乗者は乗組員、乗組員訓練生及び当該作業従事者以外は搭乗させないこと。最少乗組員数は操縦士1名及びその他の乗組員1名（計2名）
- (2) ロード・セル・システムの読みで機体運用の判断を下してはならない。
- (3) 最終機首上げ操作（着陸時などに行う減速のためのフレアー操作）中の10°を超える機首上げ姿勢は禁止

(4) ROTOR 回転速度限界

パワー・オン飛行

- ・ 最少 ROTOR 回転速度 (過渡時) 220 RPM
- ・ 调速された ROTOR 回転速度 265 ± 7 RPM

(5) ホバリング中の限界

SPRING-LOADED STOP は、コレクティブ・ピッチを 16.5° に制限している。ただし、緊急時(たとえば、山岳地で難しい進入によるハード・ランディングを緩和する場合)に限ってのみ、この値を超えることができる。

この STOP を超えると、ROTOR 回転速度は低下する。

(6) 制限運動荷重倍数は 2.67 G。横風及び追風の風速限界は 30 kt。

(7) 通常操作時の $2,000$ m ($6,600$ ft) を超える高度における最終進入時には、ENGINE 回転速度 (N g) を最小限 76% (橙色注意灯が消灯の状態) 以上に維持するため、十分なピッチを確保することが必要である。従って、最終進入中、過度の降下角度や高速度は避けること。(最終進入時に過度の降下角度や高速度にすることは、コレクティブ・ピッチ・レバーを大きく下げる操作を意味し、そのことにより N g が 76% 以下になる可能性が大きくなる。)

ENGINE 回転速度 (N g) が 76% より低くなった場合、まず COLLECTIVE PITCH LEVER を操作(上げて)して、ENGINE 回転速度 (N g) を 76% まで増加させる。それから、その(ときの密度)高度に対して認められる最大ピッチ(コレクティブ・ピッチの最大限界)まで引き上げてよい。

但し、この操作は3秒以上かけて行うことを推奨する。

瞬間的な (ROTOR 回転) 速度の低下が起こった場合でも、 220 rpm より低い ROTOR 回転速度にしないこと。(AC電源が遮断されてオート・パイロットが効かなくなり、操縦の安定性が悪くなる。AC電源は、MGBに装備された2台の交流発電機から供給されており、MGBの回転数が低下するとAC系統に必要な 400 Hzの交流電流が確保できなくなり、交流発電機は2台とも電源系統から遮断される。また、2台の交流発電機が作動しなくなると、計器は必須計器だけに電源が供給されるシステムになっていることから、必須計器ではないオート・パイロットは電源系統から切り離される。) ROTOR 回転速度がこれ以下に下がるようであれば、直ちにコレクティブ・ピッチ(角)を数度減らす(下げる)こと。急激に出力を使うとT4(フリー・タービン出口温度)が最大になることが予想される。しかし、この最大T4は 750 を超えないこと。

注： () 内は、飛行規程の記述を補足説明したものであり、飛行規程に記述

されている内容ではない。

2.12.5 運航基準書及び作業基準書の抜粋

同社が航空機使用事業を行うために定めている運航基準書及び社内規定として定めている作業基準書の物資輸送編には、次のような記述がある。(抜粋)

(1) 運航基準書

選定した離着陸場には必ず④の明瞭な表示を行い、風向を示す吹き流し、又はこれに代わるものを設置しなければならない。

飛行規程において定める運用限界で許容された風速(瞬間風速を含む)を超えて離着陸を行ってはならない。

機長は、飛行規程に定める技術操作を行うこと。機体及び気象状態の変化に対する注意ならびに適切な判断と処理を行うこと。

(2) 作業基準書

作業ヘリポートの設置にあたっては、作業ヘリポートの標示④と風向風速を示す吹き流し、又はこれに替わる旗等を進入離脱に支障なく、かつ見易い場所で全般の風の状況が判断できる場所に設置すること。

荷下ろし場の設置にあたっては、風向風速が判断できるよう吹き流し、又はこれに変わる旗等をヘリの進入離脱に支障なく見易い場所に設置すること。

追風進入は原則として行わないこととし、強風下での追風進入は、絶対に行ってはならない。

山岳地にあっては特に雲の発生(移動)に注意し、飛行作業を実施すべきか否かの判断を誤らないようにすること。また、飛行中はいかなる場合でも常に風向風速を念頭におき適切な行動をしなければならない。

機長は物輸作業において安全運航に支障をきたす状況が発生した場合はただちに作業を中止すること。原則として風速10m以下であること。

2.12.6 立山における物輸時の注意点

事故の前日に同機の機長として、同地で同乗操縦士の物輸訓練に当たっていた同社の操縦士は、立山における物輸時の注意点について概略次のとおり述べている。

私は、事故の前日、同機で同乗機付整備士とともに、同じ現場で同じ物輸作業をしていた。同乗操縦士の経験飛行時間を積むために、私が機長として左席の副操縦士席に座り、当該事故と同じ同乗操縦士が右席に座って操縦した。

前日の天気は晴れで、風も比較的弱く、天候、機体、同乗操縦士ともに特に何の問題もなく、物輸は順調に進んだ。

同乗操縦士の飛行時間が前日の作業だけでは、社内規定で定められている機長

として物輸を行うのに必要な操縦経験を積ませるための経験飛行時間（５時間）に満たなかったため、事故の前日、事故時の機長にその旨を申し継いだ。そのとき、標高の高いヘリポートでの作業の注意点についても機長に確認した。

私は、国見ヘリポートでの同型式の機体による物輸作業には、過去１０年間近く携わってきた。毎年６月から１０月までの間、山小屋への食料、補修資材、今回のような資材等の輸送である。

その他の機種も含めると、２５年近くの間、毎年立山を飛んできたが、過去には同現場での作業のときに強風のために作業を中止したことがたびたびあった。それは、立山の稜線を越えた東側にある山小屋へ物輸するとき、東寄りの風が強く吹いていると稜線に近づくことさえできないほど強いタービュランスが発生するからである。特にＳＡ３３０Ｊ型機の場合、高空での性能の低下が著しく、立山のような標高でオペレーションする場合、何よりも注意しなければならないのは、Ngを７６％以上に維持して、エンジンのレスポンスを確保することである。

この標高で下降気流に遭遇したときに、急激にコレクティブ・ピッチを使ってもNgが７６％以下では十分なエンジン・レスポンスを得られず、メイン・ローター回転の低下を招きやすくなり、高度維持が非常に困難な状態になる。場合によっては、地面に接触してしまうような危険な状態になる。

３ 事実を認定した理由

３．１ 解析

３．１．１ 機長及び同乗操縦士は、適法な航空従事者技能証明及び有効な航空身体検査証明を有していた。

また、機長及び同乗操縦士の血液からは微量のアルコールが検出された。そのうち、事故当時操縦していたと考えられる同乗操縦士から検出された血中アルコール濃度は、０．２mg/mlであった。この値は、２．１２．１(２)で述べたFARの基準（血液中のアルコール濃度は重量比０．０４％以上）を下回っており、また、JARの基準（血液中のアルコール濃度は重量比０．０２％超）とはほぼ等しい値であり、これらの基準から判断すれば、操縦への影響はなかったものと考えられる。本調査においては、これらの血中アルコール量による操縦への実際の影響の有無を明らかにすることはできなかった。

３．１．２ 同機は、有効な耐空証明を有しており、所定の整備及び点検が行われていた。

3.1.3 機体及びエンジンの状態

同乗機付整備士及び目撃者の口述並びにエンジンの詳細調査の結果から、同機の機体及びエンジンともに異常がなかったものと推定される。

3.1.4 事故当時の気象

事故当時の全般的な気圧配置は、850 hPa高層天気図によると、朝鮮半島南部に台風があって、日本列島の中部地方では、上空850 hPa面で風速25 kt前後の南寄りの風が吹き込んでいたことが観測されている。このため、強い南寄りの風が日本アルプスを吹き越えるときに山岳波が発生したことが考えられ、風下側にあたる立山地方山岳部の地表付近では激しい乱気流があったことが考えられる。

また、室堂の気象観測値、事故直後に撮影された連続写真、目撃者の口述及び取材のために事故現場上空を飛行したヘリコプターの機長の口述を総合すると、事故当時の天狗平の天候は次のようであったと推定される。

卓越視程は、10 km以上あったが天候の変化は早く、曇りで、事故現場東側及び南側の山の稜線部には層雲（笠雲）がかぶり、山肌は所々が見え隠れしていた。

風向は、概ね南東方向が卓越していたが、短時間内の変動が大きかった。

風速は、概ね10 m/sであったが、これを超えるような突風が頻繁に吹き、時折15 m/sを超えるなど、短時間内の変動が大きかった。

気温は、約14 であり、季節外れの暖かさであった。

（付図5、6、及び写真9参照）

3.1.5 物輸を中止しなかった理由

機長が物輸作業を中止しなかったのは、以下に述べることが関与したものと推定される。

(1) 規定の遵守についての意識の不足

2.12.5(1)で述べたとおり、同社の運航基準書によれば、「飛行規程において定める運用限界で許容された風速（瞬間風速を含む）を超えて離着陸を行ってはならない。」と規定されており、2.12.4(6)で述べたとおり、飛行規程で定める横風及び追風の風速限界は30 kt（約15 m/s）である。

また、2.12.5(2)で述べた同社の作業基準書によれば、「機長は物輸作業において安全運航に支障をきたす状況が発生した場合はただちに作業を中止すること。原則として風速10 m以下であること。」と規定されている。

事故当時の気象状況は、3.1.4で述べたとおり、風速は約10 m/sであったが、これを超えるような突風が頻繁に吹き、さらに、時折15 m/sを超えるよ

うな突風を伴っていたと推定されることから、物輸作業を中止するべきであったものと考えられること。

物輸作業が中止されなかったことについては、機長に物輸作業の進捗を気遣うとともに、運航基準等の規定の遵守や運航の安全確保についての意識が不十分であったことが考えられる。

(2) 風向風速の変動に対する判断の不適切

事故当時、荷つり場や荷下ろし場周辺には風向風速を示す吹き流しやこれに代わるものは設置されておらず、気象情報を継続的に入手する手段もなかったことから、機長は自らの体感等によって乱気流の程度などの気象判断をしていたものと考えられる。一方、荷つり場では物輸の地上支援作業員が時々あおられるほどの風の状態であったこと等から、機長が激しい風向風速の変動に対する配慮に適切さを欠き、物輸作業を継続していたことが考えられること。

(3) 同乗操縦士の経験飛行時間蓄積の優先

同乗操縦士は、最近30日間にSA330J型以外の機長として22時間53分飛行していたほか、同乗操縦士としてSA330J型に4時間09分の飛行実績を積んでおり、社内規定で定めている操縦経験を積むための5時間の飛行時間の大半を消化していた。機長は、同乗操縦士のSA330J型による経験飛行時間が社内規定で定めている物輸を行うために必要な経験飛行時間を満足させることができる段階にあり、このフライトでその目的を達成しようという意図を優先させた可能性があると考えられること。

3.1.6 ホバリング態勢への移行から不意に急激な沈下に陥った経過

3.1.6.1 事故現場付近は、3.1.4 で記述した乱気流のため、風向風速の変動が激しく、同機が荷つり場へ向かう最終進入中は、悪気流のために機微な機体の操縦には困難を伴うものであったと考えられる。

同機が荷つり場手前でホバリング態勢へ移行するとき、大きく風向が変動して追風又は横風（以下「追風等」という。）になり、対地高度が意図した高度よりも高くなってしまった上、十分に減速しなければならないこの時機に至っても、対地速度も意図した速度よりも十分に減速できなかったため、同乗操縦士がやや大きめのフレアー操作をしたと考えられる。

フレアー・アウトしたときの対地高度は、目撃者の口述及びフレアー・アウトしたときのタイミングから、約30mであったと推定される。

3.1.6.2 同乗操縦士が対地高度約30mでホバリング態勢に移行しようとしたころ、

不意に急激に沈下し、激しく接地したのは次の場合が考えられるが、いずれによるかを明らかにすることはできなかった。

(1) セットリング・ウィズ・パワーに陥った場合（注：参照）

同機がフレアー・アウトするために、コレクティブ・ピッチを使いながら徐々に高度を下げ、ホバリングの態勢に移行しようとしたところ、突然の強い上昇気流(急激な吹き上げ風)や追風等があったとき、あるいは大きめのフレアー姿勢になったときに、最もセットリング・ウィズ・パワーに陥りやすい条件が整うことになる。

本事故の場合には、同機が通常の前進速度を増加させる操作によってセットリング・ウィズ・パワーから回復するには、低高度のため余裕がなく、回復は不可能であったことが考えられる。

注： セットリング・ウィズ・パワーとは、ヘリコプターのメイン・ローターに下方から気流が当たると、その気流速度がある範囲にあるときは、メイン・ローターによって加速されてメイン・ローターの回転面の下方に吹き下ろされた気流が、下から当たる気流に押し戻され、回転面の外側を回って再びローターの上側に流れ込み、これをローターが下方に加速することを繰り返すようになる。この現象が起これるとヘリコプターは揚力を失い、操縦が困難となって急激に沈下する。この現象をセットリング・ウィズ・パワーと呼んでいる。

(2) 予期しない上昇気流に引き続いて急激な下降気流や追風等に遭遇した場合

同機がホバリングの態勢に移行しようとしたところ、急激な上昇気流があると、これに対応するため、コレクティブ・ピッチ・レバーを押し下げてやや大きめの機首上げ操作をする必要がある。その直後に急激な下降気流があると、急激な機体の沈下を避けるために、いったん下げられたコレクティブ・ピッチ・レバーを飛行規程に定められている操作時間を逸脱して、コレクティブ・ピッチを急激に引き上げてしまう可能性が考えられる。

同機の飛行規程には、ENGINE 回転速度 (N g) が76%より低くなった場合、コレクティブ・ピッチを使う操作は3秒以上かけて行うことを推奨する旨の記述があり、この操作速度を超えてコレクティブ・ピッチを大きく使うと、搭載エンジンの特性上の出力の追従に遅れが生じ、その結果、メイン・ローターの回転速度を十分に確保できない状態となって、機体の沈下を止められないことが考えられる。

3.1.7 最初の接地に至った経過

同機が最初に接地した場所には、同機の推定進入方向に対し、機首を約40°左

に向けた状態で車輪が接地した痕跡があったこと、同機が前進対地速度が残った状態で接地したこと、左主脚が取付部から破断分離していたこと、突風を伴う乱気流があったことが推定されること、及び同機が接地したときの様子についての同乗機付整備士等の口述から、次のことが推定される。

- (1) 同機は、左又は左後方からの風を受け、吹き上げや吹き下ろしの変化の大きい乱気流の中を減速しながら荷つり場へ進入して、ホバリング態勢への移行中、不意に急激な沈下に陥り、右にやや傾いた状態で激しく接地したと推定される。
- (2) 同機は、対地高度約30mから急激に沈下して激しく接地した。そのときに相応の前方及び下方荷重が発生したため、左主脚が脱落するとともに、No.1エンジンのフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスからFCUドライブ・シャフトが脱落した。また、激しく接地したときの衝撃により、テール・コーンに相応の下方荷重がかかり、FS10120～10492で破損した。

なお、テール・コーンにはMRB及びダブル・フックが衝突したと認められる痕跡が無かったことから、これらはテール・コーンに衝突しなかったものと推定される。

3.1.8 同機が再び浮揚に至った経過

最初に接地した際、No.1エンジンのFCUドライブ・シャフトが脱落したことにより、同エンジンのNgが設定されている最大回転速度まで急激に増速された結果、Nfも増速する傾向になった。一方、No.2エンジンはアイドリング状態となった。

このことにより、No.1エンジンが最大出力となって、相応の出力によりMRBの回転が増加し、地面効果と相乗して再び浮揚に至った。

3.1.9 再び浮揚してから炎上するまでの経過

同乗機付整備士及び目撃者の口述、現場調査、及びエンジンの詳細調査から、同機が再び浮揚してから炎上するまでの経過は、概略次のとおりであったことが考えられる。

- (1) 同機のテール部は、テール・ローターの機能喪失により右回転のメイン・ローターに対する反トルクにより、テール・コーンも機体ごと左回転を開始（口述によると2回転以上）したことによる曲げ、及び再浮揚時に同コーンが受けた反動（複雑な上下動及びねじれ）が加わったことにより破断し、機体の回転時に受けた遠心力で分離飛散したものと考えられる。

- (2) 同機の胴体部は、右側方が下になるような傾きで焼損していたが、墜落地点の手前の地表面にはMRBによるものと認められる打痕が2ヶ所あり、そのうちの1ヶ所は同MRBの全長にほぼ等しいものであった。

これは、同機が墜落した直後に機体の左側方が真下になるような姿勢となる瞬間があったものと考えられ、バランスを失った同機が最初に接地したとき、両エンジンが機能していたため、メイン・ローターが回転し続けてMRBが地面を叩き、MRB及びMRB周辺部が破損したときのものと考えられる。

また、左側に搭載されたNo.1エンジンの左側面も接地したことが考えられる。

- (3) 同機は墜落直後、大きく左に傾いてMRBが地面を叩いた反動で起き上がり、少し右側に傾いてほぼ安定していたが、その後、胴体部分の焼失に伴い、機体上部にあるエンジン及びMGBの重みで右側方を下にする姿勢となり、横倒しになったものと考えられる。

墜落したときの衝撃と回転し続けていたMRBが地面を叩いた衝撃等により、No.1エンジンのフリー・タービン・シャフトとMGBへの入力軸の間で、MGBインプット・フレクタが吸収できない過大なミス・アライメント（心ずれ）が生じ、同フレクタが破断したことが考えられる。

MGBとの結合を失って負荷が無くなったフリー・タービンは、一気に過回転となり、フリー・タービン・ディスクが破断して、フリー・タービン・ホイール周囲のエグゾースト・ディフューザーを突き破って飛散したことが考えられる。

- (4) これらの衝撃により、燃料タンクからFCUへ燃料を送るフレキシブル・フューエル・ホースが破損し、漏れた燃料が高温なエンジン部や排気ガスに触れて引火したと考えられる。

(付図7、及び写真8、並びに別添付図1、3参照)

3.1.10 機長及び同乗操縦士が脱出できなかった理由

同機が墜落した直後に出火して炎上し、機長及び同乗操縦士が脱出できなかった理由として、破断した燃料系統の一部から吹き出た燃料が飛散し、同機の高温度なエンジン部や排気ガスに触れて引火したため、近くにある操縦室付近の火の回りが早かったことが考えられる。また、激しく接地した衝撃による脱出口の破壊や身体的な負傷なども関与した可能性が考えられる。

3.2 解析の要約

3.2.1 乗組員及び同機には異常がなかったと推定される。

3.2.2 事故当時の天狗平は、地表付近に激しい風向風速の変動を伴う乱気流があったと推定される。

3.2.3 物輸作業現場には、風向風速などを示す吹き流しやこれに代わるものを設置しておらず、気象情報を継続的に入手する手段もなかったことから、機長は自らの体感等によって乱気流の程度などの気象判断をしていたと考えられる。

このため、機長が激しい風向風速の変動に対する配慮に適切さを欠き、物輸実施可否の判断を誤って物輸を継続していたと推定される。

3.2.4 同機は、7回目の資材をつり上げるために荷つり場へ進入し、減速しながらホバリング態勢へ移行しようとしたころ、急激な気流の変動を受けたため、不意に急激な沈下に陥ったものと推定される。

不意に急激な沈下に陥ったことについては、同機がホバリング態勢へ移行しようとしたころ、急激な上昇気流により、セットリング・ウィズ・パワーに陥って、対地高度が低かったことにより、回復できなかったか、又は急激な下降気流や追風等に遭遇したとき、対地高度が低かったこと及び搭載エンジン特性上の出力の追従遅れにより回復操作が間に合わなかったことが考えられる。

3.2.5 同機は、激しく接地して損傷し、再び浮揚した後、墜落したが、その直後に火を出して炎上したため、操縦室付近の火の回りが早く、機長及び同乗操縦士は脱出することができなかったと推定される。

3.2.6 機長が物輸作業を中止しなかったのは、機長に運航規程等の遵守についての意識が低く、これを遵守しなかったことにより、風向風速の変動に対する配慮に適切さを欠いて、物輸作業実施可否の判断を誤ったためと考えられる。

さらに、同乗操縦士の経験飛行時間の蓄積を優先させた可能性も考えられる。

4 原因

本事故は、激しい乱気流の中で物輸を行っていた同機が、荷つり場へ最終進入中、ホバリング態勢へ移行しようとしたころ、急激な気流の変動を受けたため、不意に急激な沈下に陥り、激しく接地したことによるものと推定される。

不意に急激な沈下に陥ったことについては、同機がホバリング態勢へ移行しようとしたころ、急激な上昇気流によりセットリング・ウィズ・パワーに陥って、対地高度が低かったことにより回復できなかったか、又は急激な下降気流や追風等に遭遇したとき、対地高度が低かったこと及び搭載エンジン特性上の出力の追従遅れにより回復操作が間に合わなかったことが考えられる。

なお、同機が激しい乱気流の中で物輸を継続したことについては、機長が定められた運航基準等を遵守しなかったことにより、風向風速の変動に対する配慮に適切さを欠いて、物輸作業実施可否の判断を誤ったことが関与したものと考えられる。

5 所見

5.1 本事故においては、気流が大きく乱れ、風向風速の変動が大きかったにもかかわらず、物輸作業が継続されたことが関与して事故に至ったものと推定される。

回転翼航空機による物輸作業の安全確保のためには、運航関係者や作業従事者に安全確保についての意識を徹底させるとともに、その上で定められた手順や基準の励行が求められる。

飛行規程の制限事項や定められた運航基準等に抵触する恐れのある場合には、作業を中止すべきであり、運航における規定や基準の遵守と、運航の可否の判断について安全意識の徹底を図る必要がある。

5.2 山岳地において、気流の大きな乱れがある中で回転翼航空機により物輸作業を行う場合、気流の乱れによる危険度を正しく評価して作業実施の可否を判断することが重要である。

このため、現地における吹き流しの設置や最新の気象情報の入手など、作業基準書等に規定されている安全施策を確実に実施し、風向風速等の気象状況を適切に評価して、作業継続の可否の判断が正しく行われることが必要である。

5.3 本事故及び同社が関係した他の回転翼航空機の事故に共通した所見として、本報告書 項 株式会社エースヘリコプター所属 JA 9723 に、「5.2 回転翼航空機における全社的な安全に対する取り組みの強化及び安全意識の徹底」が記載されているので参照のこと。

6 参考事項

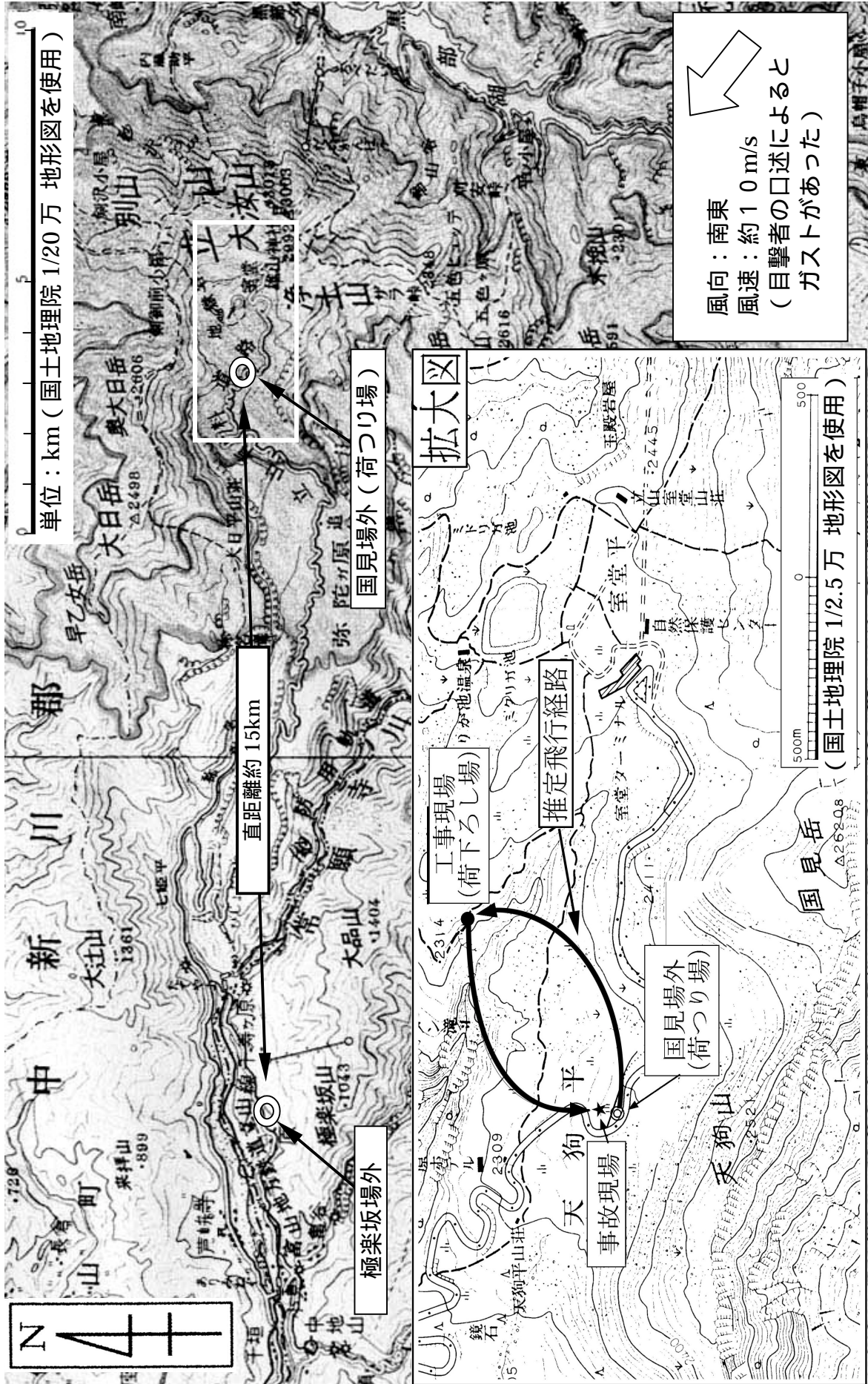
平成12年10月12日、株式会社エースヘリコプターは、同種事故の当面の再発防止対策として、関係社員に対し安全通報を配布周知した。（AHC総発第00-42「JA6706号機に係わる航空事故の概要及び同種事故再発防止対策について」）

また同社は、平成12年10月13日、「物輸関係者による物輸事故防止会議」を開催して再発防止策を検討した。

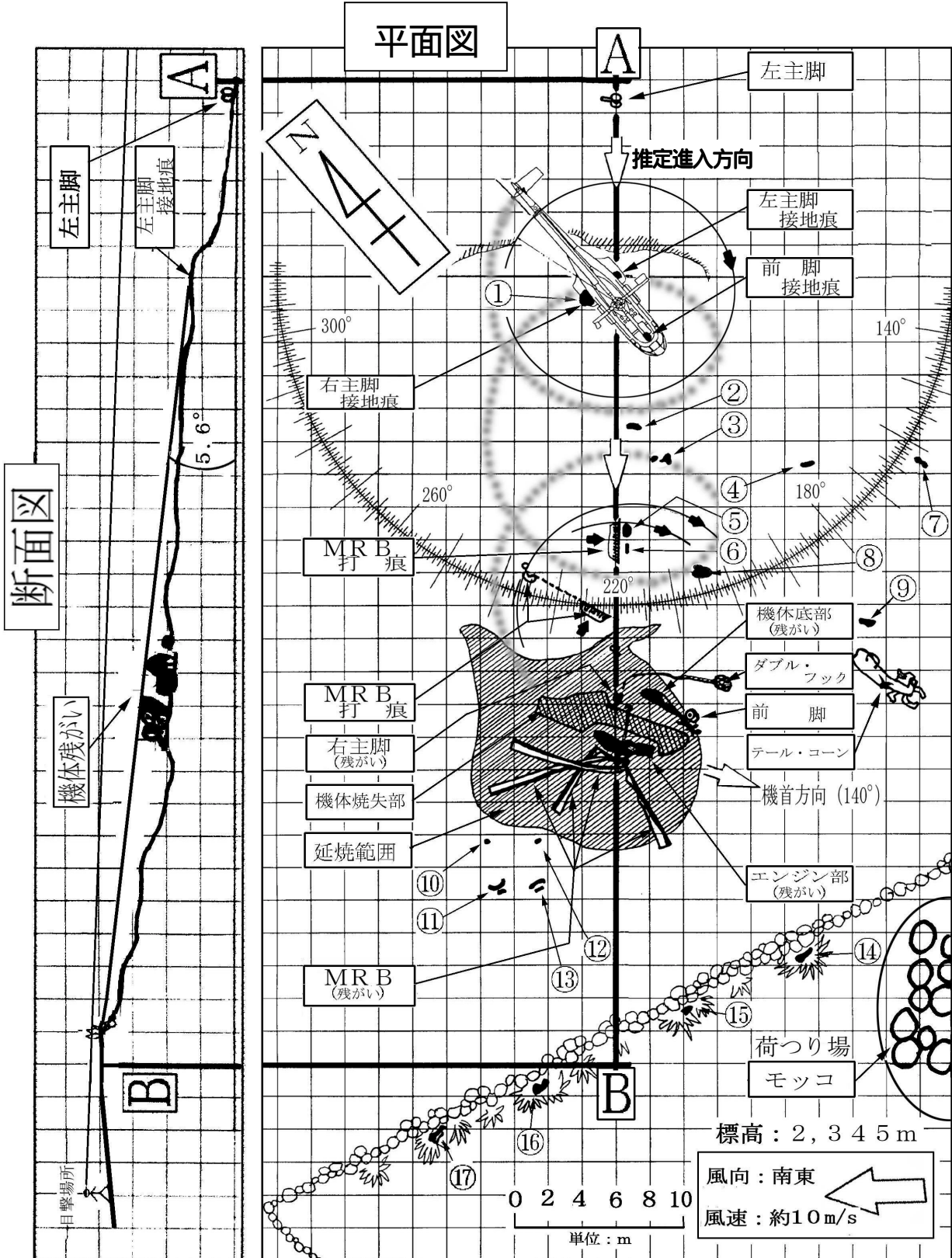
安全通報の内容は概略次のとおりである。

- 1 安全通報（No.00-2）
 - (1) 基本操作の励行
 - (2) 諸規則の遵守
 - (3) 確実な機体・機材の点検整備
- 2 安全通報（No.00-3）
 - (1) 物輸全般について飛行方法の再確認
 - (2) 気象情報入手手段について
 - (3) 作業前の打ち合わせ

付図1 事故現場周辺及び推定飛行経路図



付図2 事故現場見取図

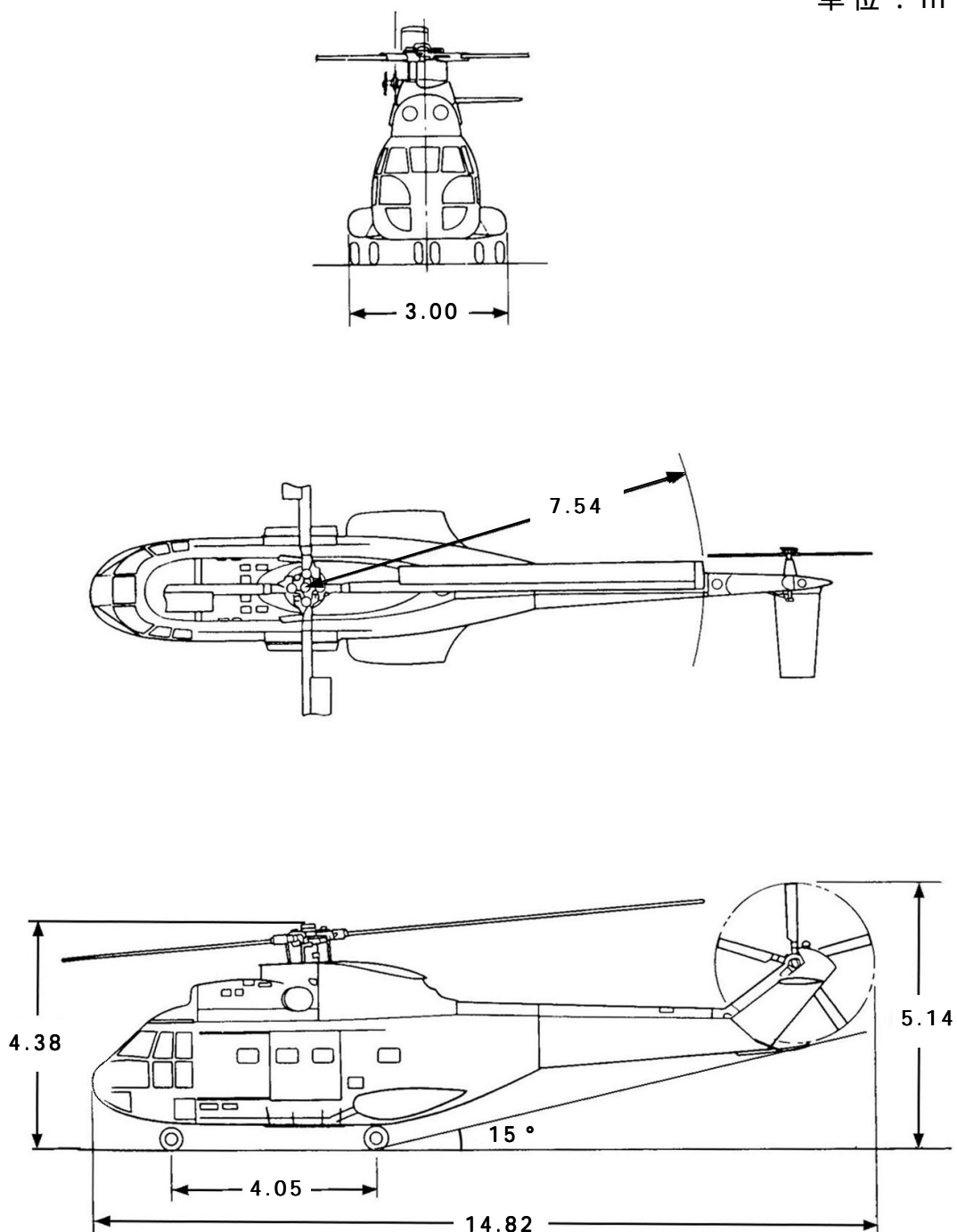


- ① 後部窓破片、M/Rオートマチック・ドループ・リストレーナー
- ② MR B片
- ③ 一次構造部材片
- ④ MR B片
- ⑤ テール・コーン防音材
- ⑥ オン・グランド・リトラクション・セーフティ・マイクロスイッチ
- ⑦ MR Bリーディングエッジ・プロテクティブ・ストリップ
- ⑧ T/Rドライブ・シャフト片、MR B片
- ⑨ 草塊、MR B片
- ⑩ テール・ドライブ・シャフト片
- ⑪ MR Bリーディングエッジ・プロテクティブ・ストリップ
- ⑫ MR B片
- ⑬ 右側エンジン・カウリング片
- ⑭ ~ ⑰ MR B片

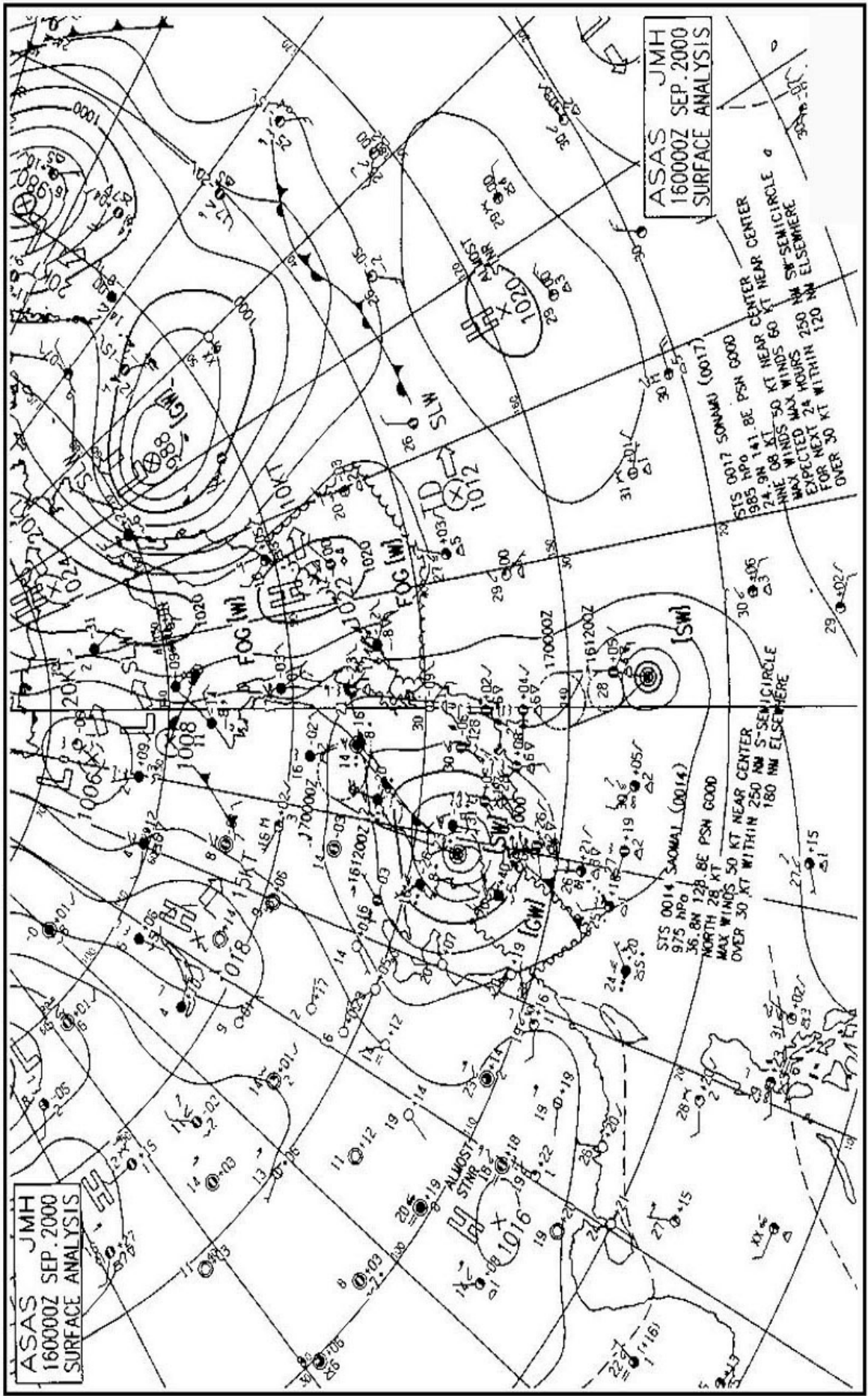
注：略語M/Rはメイン・ローター、T/Rはテール・ローター

付図3 アエロスパシアル式SA330J型三面図

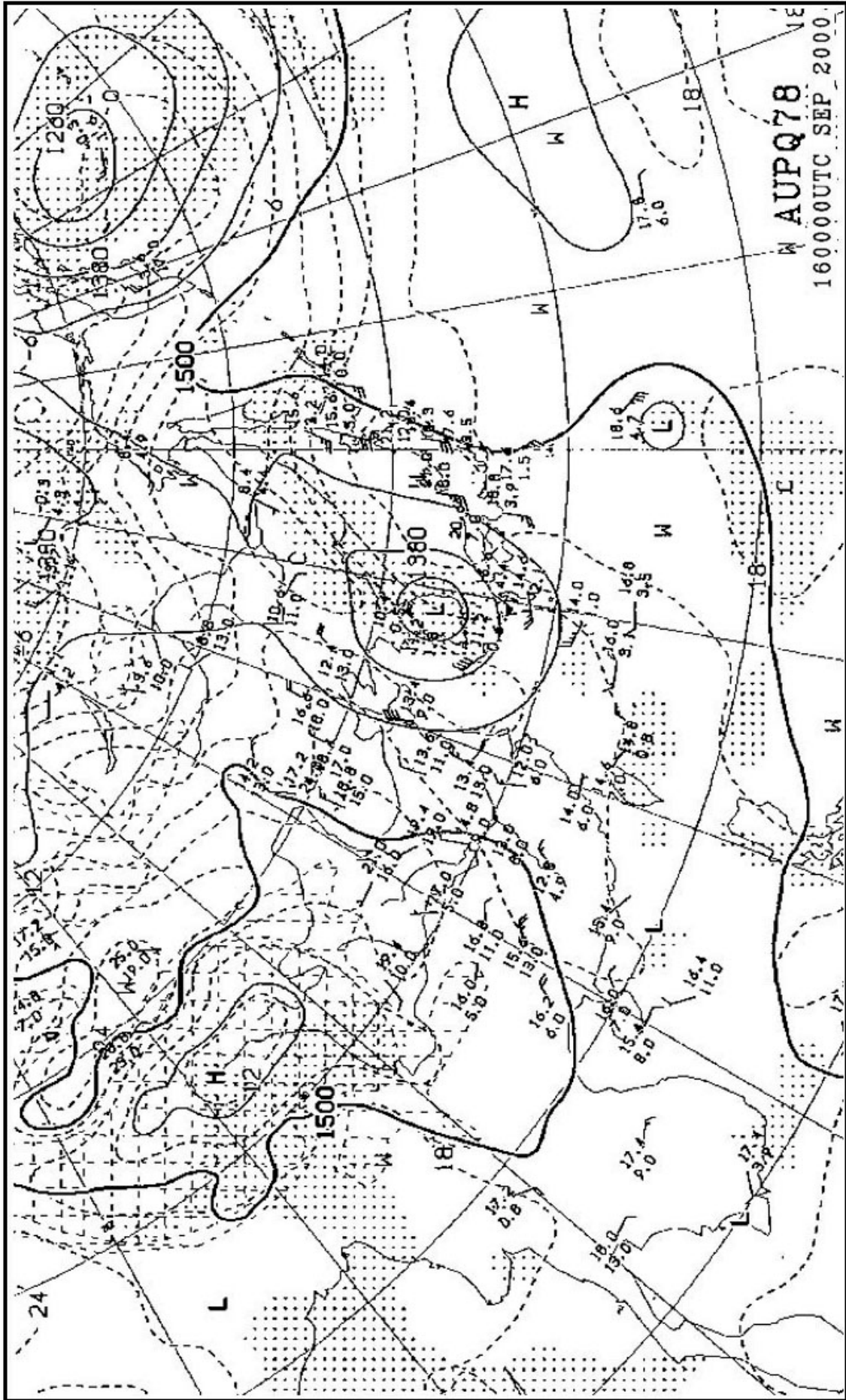
単位：m



付図4 地上天気図 (平成12年9月16日9時)



付図5 アジア850hPa天気図(平成12年9月16日9時)



ANALYSIS 850hPa: HEIGHT(M), TEMP($^{\circ}$ C), WET AREA:(T-TD<3 $^{\circ}$ C)

付図6 室堂風向風速データ (事故発生 H12.9.16 08:48頃)

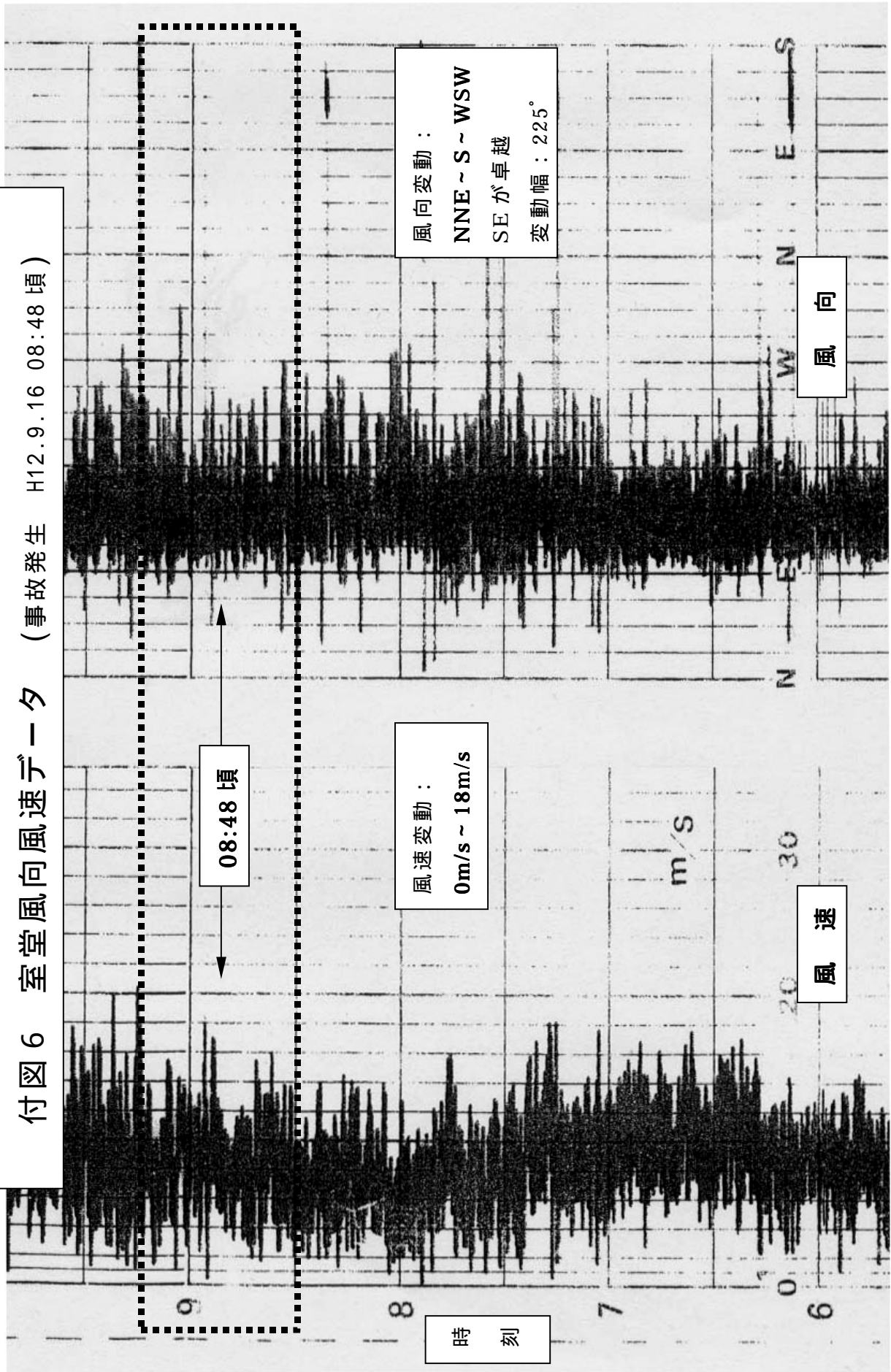


写真1 事故現場全景

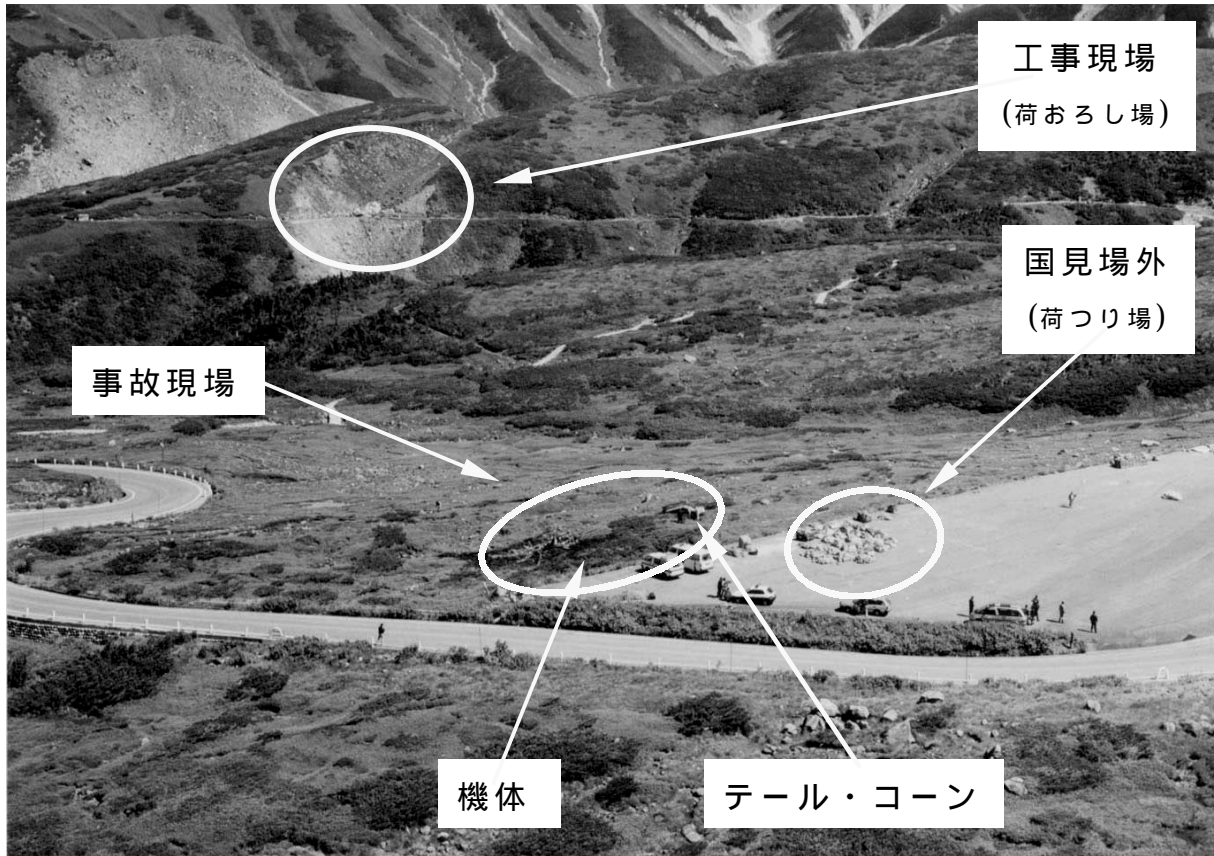


写真2 事故機 (機体上部側)



写真3 事故機（機体下部前方側）



写真4 事故機（エンジン部分）

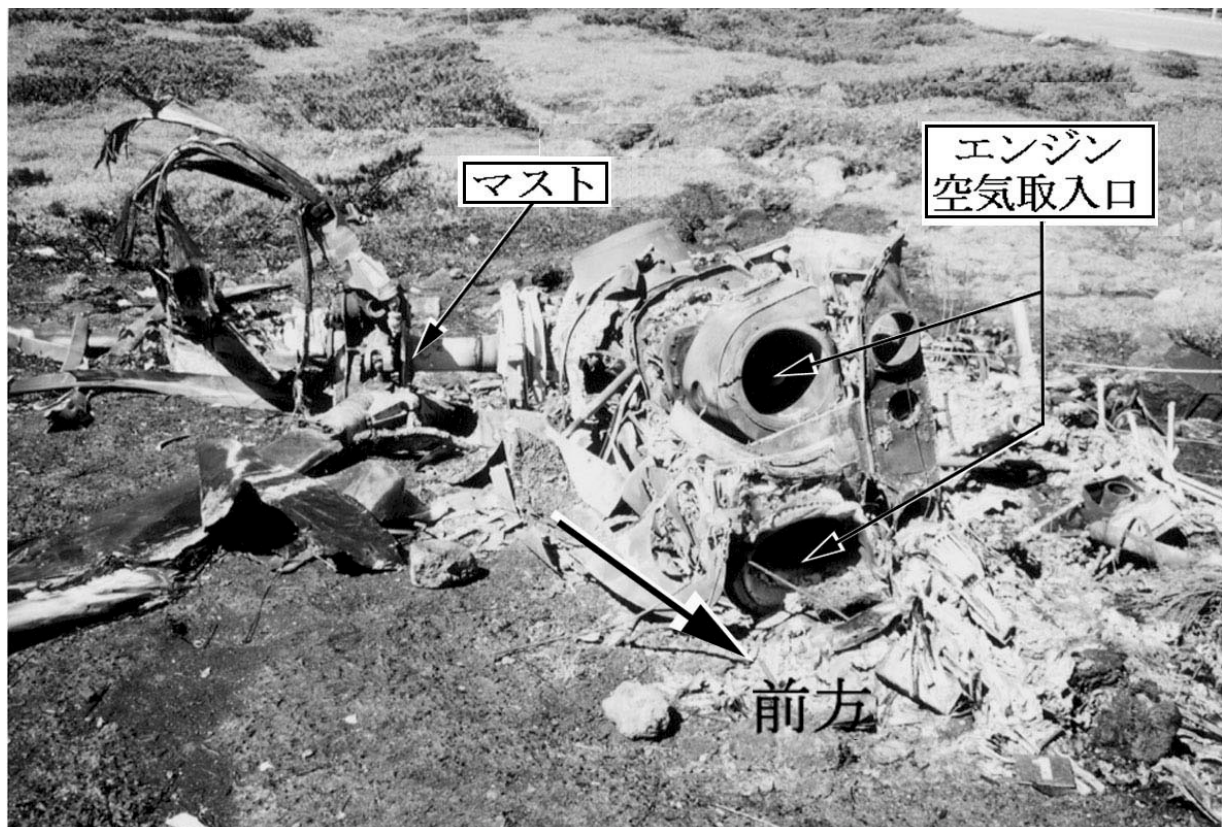


写真5 事故機（テール・コーン及びTRB）

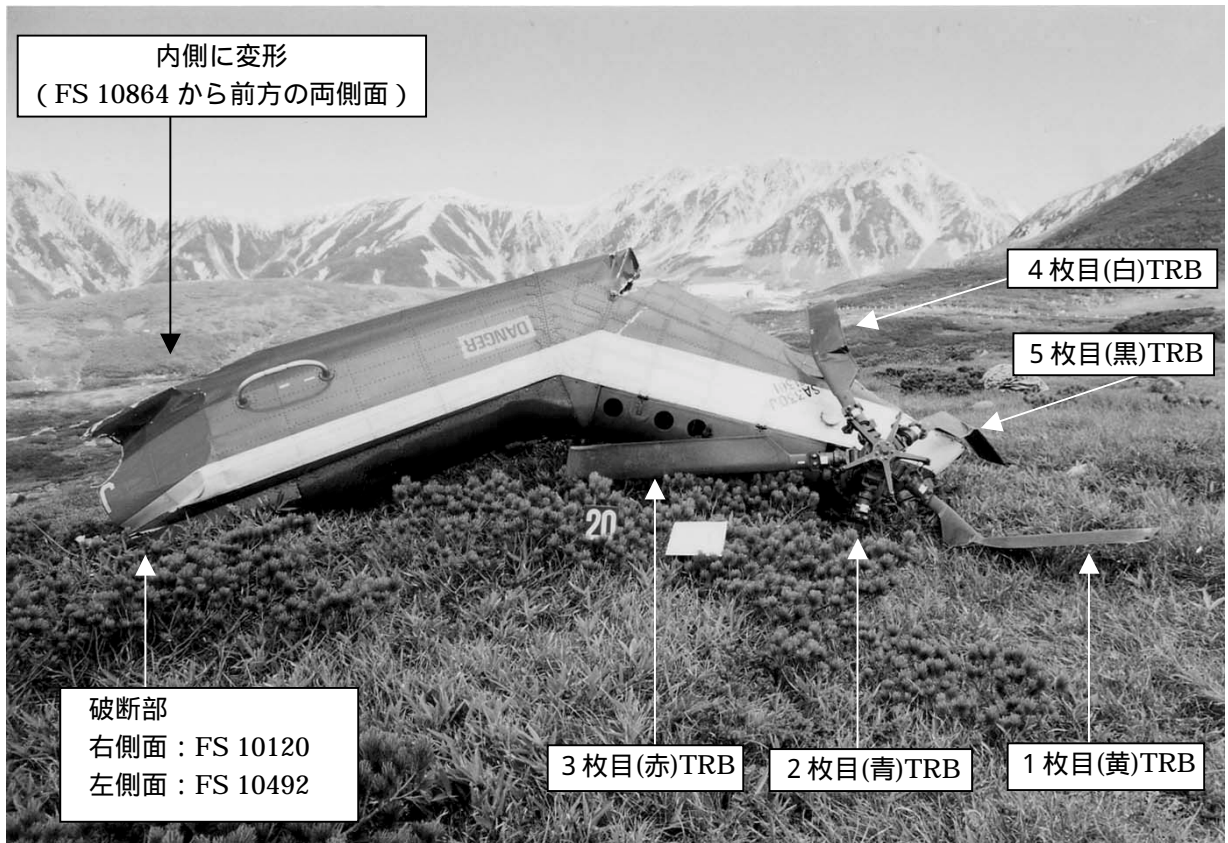


写真6 事故機（MRB）



写真7 No.1エンジンの裂開状況

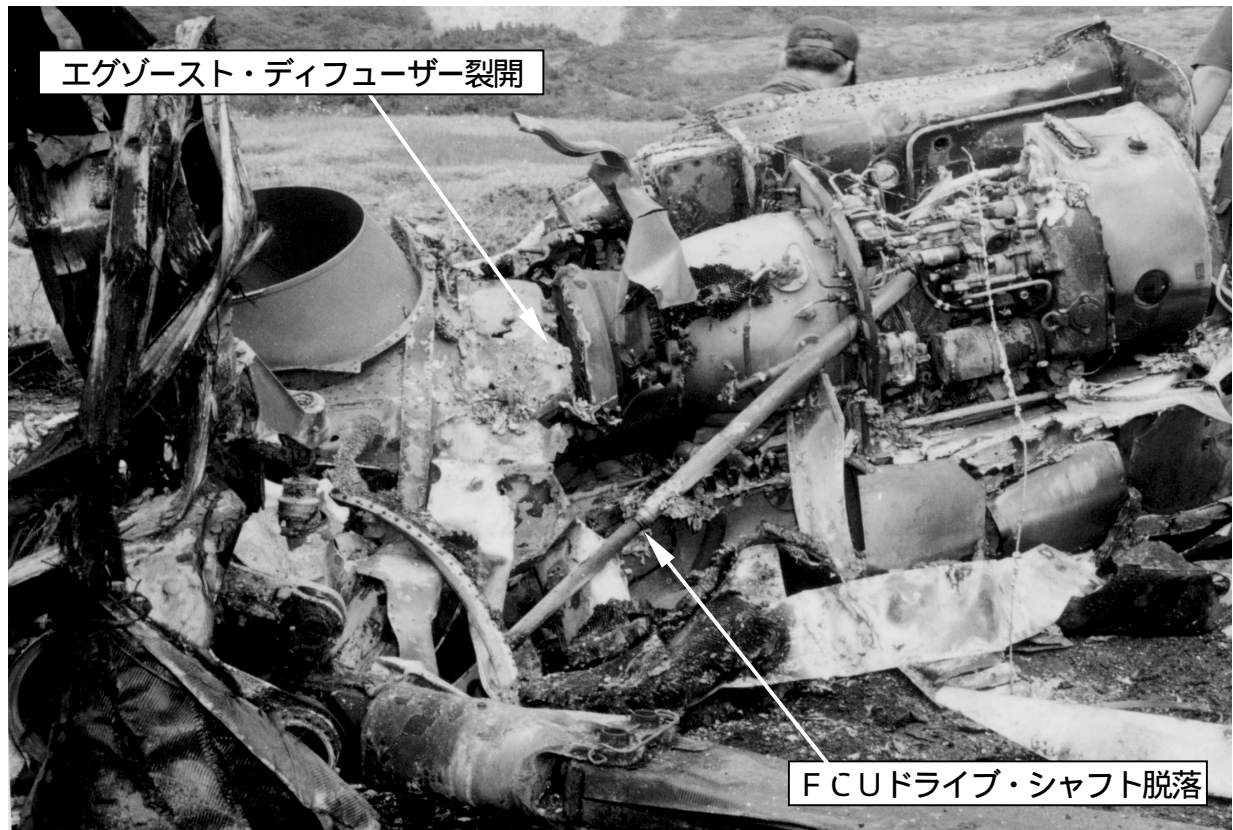
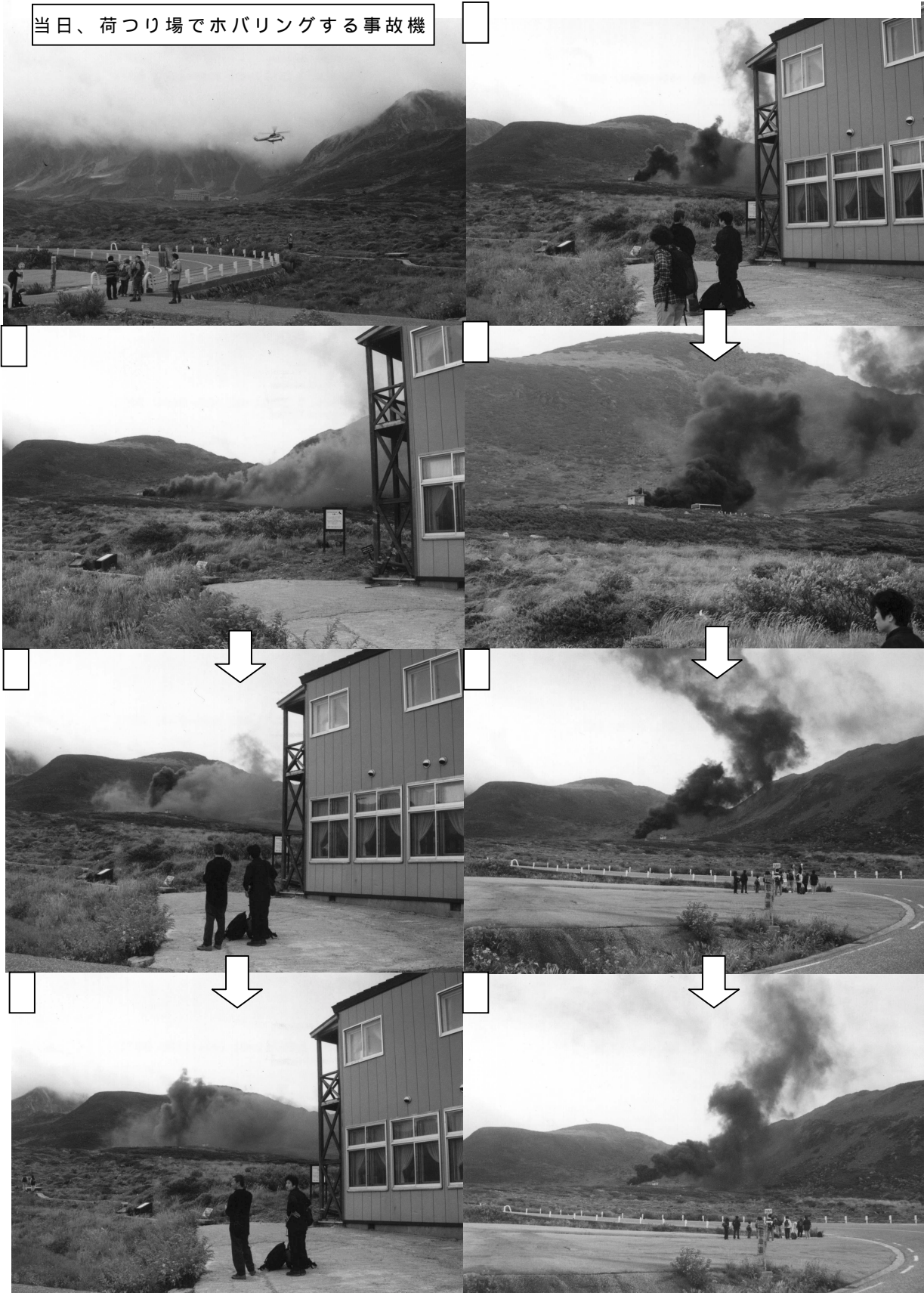


写真8 No.1エンジンの損傷状況
MGBパワー・インプット部 (MGBインプット・フレクタ)



写真9 事故直後に撮影された連続写真

当日、荷つり場でホバリングする事故機



(事故現場の北西約400mに位置する天狗平山荘から撮影。事故直後の約10分間以内に撮影された。)(写真提供：内山 邦夫氏)

[余白]

エンジン等の詳細調査

1 エンジン等の詳細調査

残がい調査の結果、No.1エンジンのフリー・タービン・ディスク周囲のエグゾースト・ディフューザー左側面の裂開（写真7参照）が認められた。この破損の原因を調査するため、エンジンの詳細調査を実施した。

なお、No.2エンジンは、目視による外観検査及び限定的なボア・スコープ・インスペクションの結果、異常は認められなかった。

詳細調査の結果の概要は、以下のとおりであった。

(1) 両エンジン及びエンジン取付部の目視による外観調査

No.1エンジンのフリー・タービン・ディスクとフリー・タービン・シャフトをつなぐカップリング部に使用されている5本のボルトが全て折損していた。

また、同ホイールは発見できなかった。

（付図7、及び別添写真1参照）

No.1エンジンのエグゾースト・パイプから、フリー・タービン・ブレードのタービン・ディスク埋め込み部の破片3片が発見された。

（付図7、及び別添写真3参照）

両エンジンの前方アタッチメント（マウント）のエンジン側フィッティングのスクリューの多くが折損していた。

（別添付図2、及び別添写真4参照）

No.1エンジンのフリー・タービン・ディスクの直下に位置する後方補助マウントの左側が垂直方向に潰れ、エンジンから破断分離していた。

（別添付図2、及び別添写真5参照）

また、後方補助マウントの右側はエンジンから分離していなかったが、同マウント上部からエグゾースト・ディフューザーが左下側に大きく振られたような状態で裂けていた。

（別添写真6参照）

No.1エンジンのフリー・タービン・ディスク前方に位置するノズル・ガイド・ベーンの後縁には、変形及び多数の傷があった。

（別添写真2参照）

No.1エンジンのメイン・ギア・ボックス・インプット・フレクタ（以下「MGBインプット・フレクタ」という。）が破断していた。

（別添付図1、及び写真8参照）

No.1エンジンのフューエル・コントロール・ユニット・ドライブ・シャフト(以下「FCUドライブ・シャフト」という。)がフリー・タービン・アクセスリー・ギア・ボックスから脱落していた。

また、FCUドライブ・シャフトはわずかであるが湾曲していた。

なお、同ギア・ボックスのハウジングは焼失していたため、ハウジング側の損傷状況は不明であった。

(付図7、及び写真7参照)

No.2エンジンには、焼損以外に特筆する損傷は認められなかった。

(2) 両エンジンのボア・スコープ・インスペクション

No.1エンジンは、コンプレッサー・シャフトが固着していたため、回転させて全てのガス・ジェネレーター・タービン・ブレードの状態を詳細に調査することはできなかったが、後方から見ることでできる10時位置のガス・ジェネレーター・タービン・ブレード全面には異常が認められなかった。

No.2エンジンは、コンプレッサー・シャフトが固着しており、ガス・ジェネレーター・タービン・ブレード付近にボア・スコープを挿入することができなかった。

後方から見ることでできる10時及び12時位置のガス・ジェネレーター・タービン・ブレードには異常が認められなかった。また、コンバッション・チャンバー内には簡易消火器の消火剤が付着しており、この細部を調査することができなかった。

(3) MGBインプット・フレクタ

No.1エンジンのMGBインプット・フレクタのブレード(積層板)が破断していた。

No.1エンジンのMGBインプット・フレクタは、同社の整備規程によると、600時間毎に交換するように規定されている。

同機の整備記録によると、同フレクタの交換は平成11年11月12日に実施されており、事故時における使用時間は81時間14分であった。

(付図7、及び写真7、8、並びに別添付図1、2、及び別添写真1、2、3、4、5、6参照)

2 解析

- (1) No.1エンジンのフリー・タービン・ディスクとタービン・シャフトをつなぐカップリング部に使用されている5本のボルトが全て折損して、同ホイールから同シャフトが脱落していたことから、同ボルトに過大な負荷がかかったものと推定される。

- (2) No.1エンジンのフリー・タービン・ブレードのタービン・ディスク埋め込み部の破片がエグゾースト・パイプから3片発見されたことから、同タービン・ディスクは破断したものと推定される。
- (3) No.1エンジンのフリー・タービン・ディスクが紛失していたこと、及びフリー・タービン直前から後方のエグゾースト・ディフューザー左側面の裂開が認められたことから、タービン・シャフトから脱落した同タービン・ディスクが破断して、エグゾースト・ディフューザーを突き破り、飛散したものと推定される。
- (4) No.1エンジンのフリー・タービン・ディスク前方のノズル・ガイド・ベーンの後縁に変形及び多数の傷が生じたのは、破断したフリー・タービン・ディスクが飛散するときにノズル・ガイド・ベーンに衝突し、同ベーンの肉厚の薄い後縁を破損させたことによるものと推定される。
- (5) フリー・タービン・ディスクの直下に位置するNo.1エンジンの後方補助マウント左側の垂直方向の潰れ、また、同マウント右側部からエグゾースト・ディフューザーが左下側に大きく振られたような状態で裂開したのは、No.2エンジンの同部位には異常がなく、健全な状態であったことから、最初に接地したときの垂直荷重によって生じたものではなく、No.1エンジンのタービン・ディスクが破断して、エグゾースト・ディフューザーを突き破ったときの衝撃で生じたものと推定される。
- (6) 同乗機付整備士は、「最初に接地したときに誘導員用座席から宙を舞って右前方に飛ばされ、キャビン右前方部に装着されていた2人用座席の背もたれ部分に激しくぶつかった」と口述していることから、同機には、最初に接地したときに相応の右前方荷重がかかったものと推定される。
- (7) 目撃者は、「一気に降下した」又は、「目の前から消えた」等、同機が急激に高度を喪失したことを述べていることから、同機には、最初に接地したときに下方に相応の荷重がかかったものと推定される。
- (8) 両エンジンの前方アタッチメント(マウント)のエンジン側フィッティングのスクリューの多くが折損していたことから、両エンジンには、前方又は下方に相応の荷重がかかったものと推定される。
- (9) No.1エンジンのMGBインプット・フレクタが破断していたことから、No.1エンジンのフリー・タービン・シャフトとMGBへの入力軸の間に、同フレクタで吸収できないほどのミス・アライメント(心ずれ)が発生したものと推定される。
- (10) No.1エンジンのFCUドライブ・シャフトがフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスから脱落していたことから、同アクセサリー・ボック

スと同シャフトの接続部に損傷が生じて同シャフトが脱落したか、又は火災の熱により同アクセサリー・ボックスのハウジングが焼失して脱落したものと考えられるが、FCUドライブ・シャフトがわずかに湾曲していたことから、同アクセサリー・ボックスと同シャフトの接続部に損傷が生じた結果、同シャフトが脱落したものと推定される。

- (11) No.1エンジンのMGBインプット・フレクタのブレード（積層板）が破断していたが、事故時における同フレクタの使用時間は81時間14分であったことから、同フレクタに不具合が発生して破断した可能性は低いものと考えられるので、エンジンのフリー・タービン・シャフトとMGBへの入力軸の間に過大なミス・アライメント（心ずれ）が生じた結果、同フレクタが破断したものと推定される。

3 エンジンの詳細調査から推定される事項

- (1) 両エンジン及びエンジン前方アタッチメント（マウント）のエンジン側フィッティングのスクリュウの折損状況から、同機の最初に接地したときに、機体に相応の前方及び下方荷重がかかり、No.1エンジンのフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスからFCUドライブ・シャフトが脱落したものと推定される。

- (2) No.1エンジンのFCUドライブ・シャフトが脱落したことにより、同エンジンのNgが設定された最大回転速度まで急激に増速された結果、フリー・タービン回転速度（以下「Nf」という。）も増速する傾向となった。

一方、No.2エンジンはアイドルリング状態となったが、No.1エンジンが最大回転になったものと考えられる。

- (3) 同機は、再度接地したときの衝撃等により、No.1エンジンとMGB間をつなぐトランスミッション・シャフトに、MGBインプット・フレクタが吸収できないミス・アライメント（心ずれ）が生じ、同フレクタが破断したものと推定される。その結果、MGBとの結合を失って負荷がなくなったNo.1エンジンのフリー・タービンは一気に過回転となり、フリー・タービン・ディスクが破断して、フリー・タービン・ディスク周囲のエグゾースト・ディフューザーを突き破って飛散したものと推定される。

また、そのときの衝撃により、同エンジンの後方補助マウント部の潰れ及び裂開が生じたものと推定される。

以上のことから、No.1エンジンは、最初に接地したときまでは、正常に作動していたものと推定される。

（付図7、及び別添付図1、3）

《注記 エンジンの損傷に伴うエンジンの出力の変化》

1. No.1エンジンのMGBインプット・フレクタの破断、又はFCUドライブ・シャフトのフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスからの脱落が単一で発生した場合に推定される現象

(1) No.1エンジンのFCUドライブ・シャフトがフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスから脱落すると、同エンジンFCUのフリー・タービン・ガバナーのフライウエート回転速度が急激に低下することにより、メタリング・バルブの作動をつかさどっているスプリング力が勝ち、メタリング・バルブがフルオープン状態となって、Ngはあらかじめセットされた最大回転速度に増速される。その結果、Nfが増速され、同エンジンから相応の出力がMGBに供給されて、同エンジンから得られる出力が増加する。

操縦士は、増加してしまった出力に応じた量だけNo.2エンジンの出力を減少させる必要があるため、同エンジンのフューエル・フロー・コントロール・レバーを手動でコントロールする必要が生じる。

(2) No.1エンジンのMGBインプット・フレクタが破断すると、同エンジンの負荷が急激に減少するため、同エンジンのNfは急激に増速される。その結果、同エンジンのFCU内のフリー・タービン・ガバナーがフリー・タービンの過回転を検知して、燃料供給を制限し、同エンジンのNgはフライト・アイドルとなる。

上記のいずれのケースでも、フリー・タービンの飛散につながる不具合とはなり得ないものと認められる。

2. No.1エンジンのMGBインプット・フレクタの破断及びFCUドライブ・シャフトのフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスからの脱落が複合して発生した場合に推定される現象

No.1エンジンのFCUドライブ・シャフトがフリー・タービン・アクセサリー・ギア・ボックスから脱落すると、Nfの信号がFCUに入力されなくなるため、FCU内のガバナーのフライウエートの回転が急激に低下することにより、メタリング・バルブの作動をつかさどっているスプリング力が勝ち、メタリング・バルブがフルオープン状態となる。その結果、Ngはあらかじめセットされた最大回転速度に増速され、Nfも増速される。

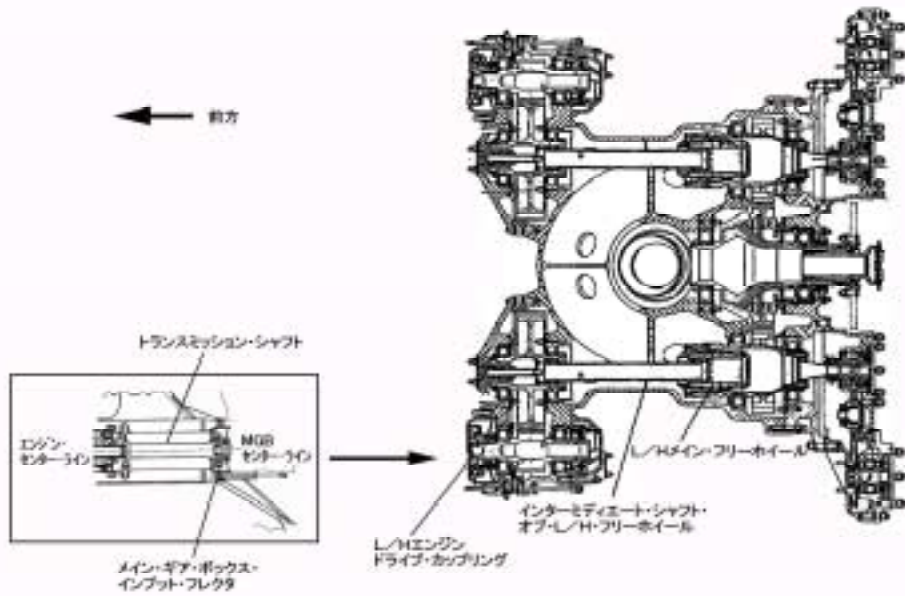
その後、同エンジンのMGBインプット・フレクタが破断すると、同エンジンの負荷が急激になくなるため、Nfが急激に増速される結果となり、同エンジン

のN f は一気に過回転の状態となる。

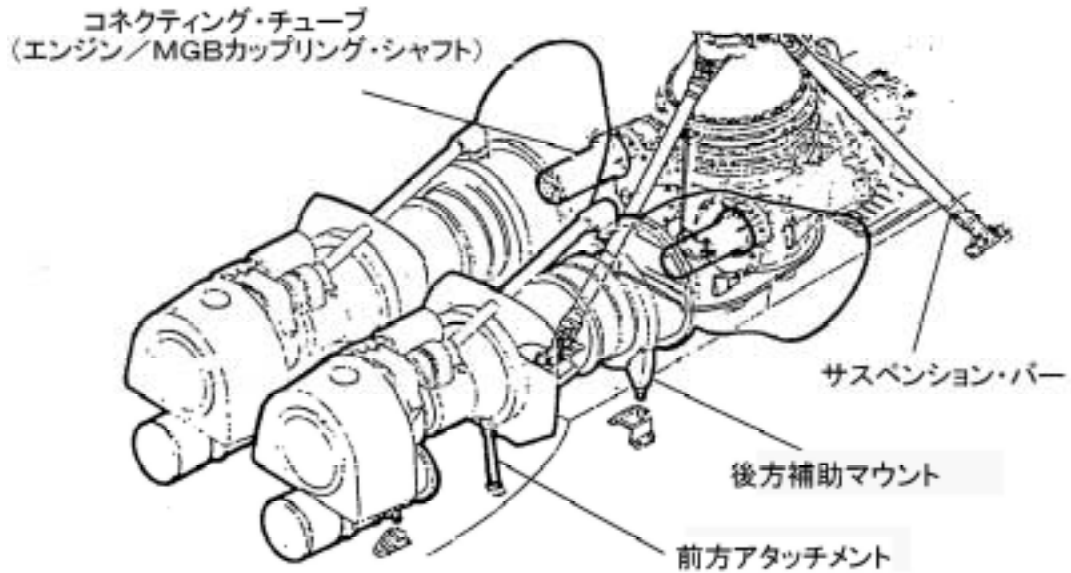
フリー・タービンの過回転は、同タービン・ディスク又はブレードの飛散に直結する現象である。

(付図7、及び別添付図3参照)

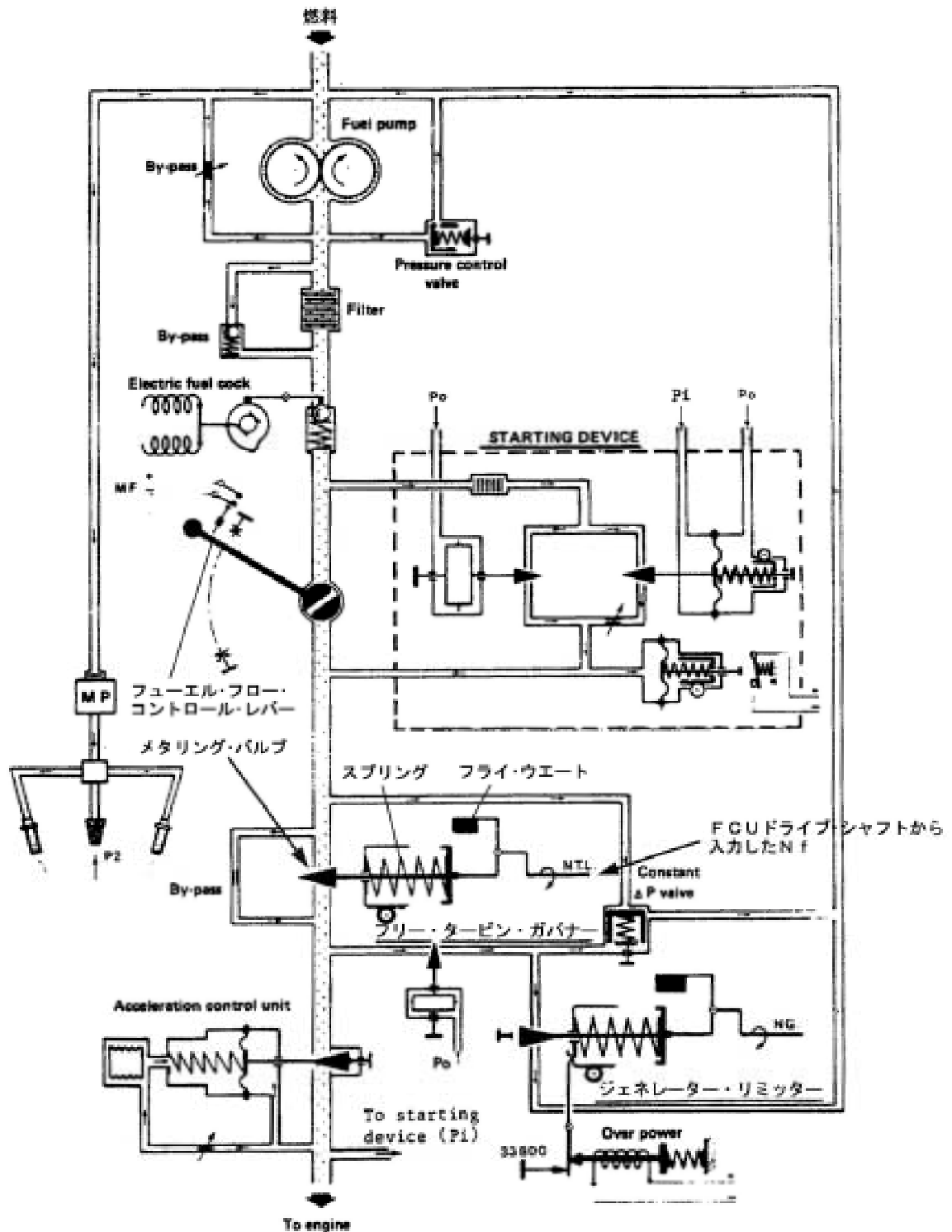
別添付図 1 エンジンからMGBへの出力伝達



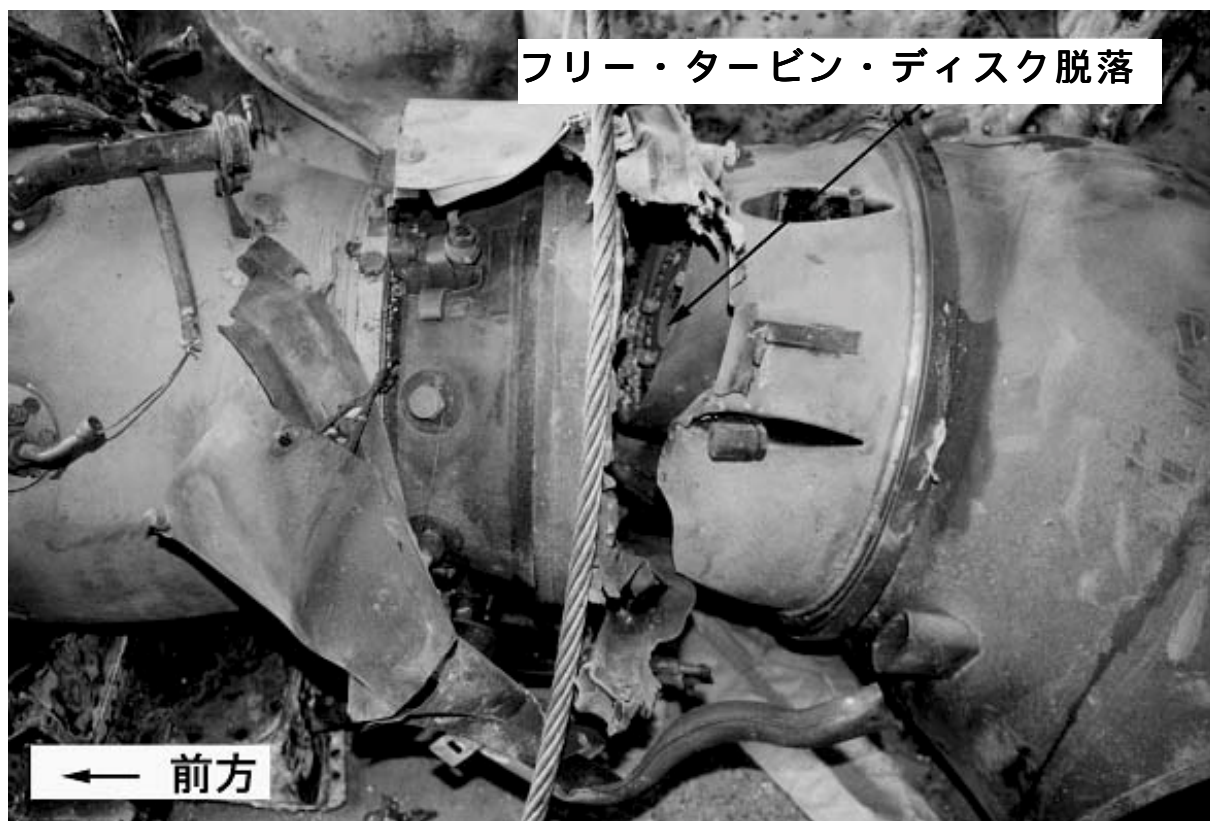
別添付図 2 エンジンの取付方法



別添付図3 F C U機能の概念図



別添写真1 No.1エンジンの損傷状況 - 1



別添写真2 No.1エンジンの損傷状況 - 2



別添写真3 No.1エンジンの損傷状況 - 3
フリー・タービン・ブレード埋め込み部の破断面



別添写真4 No.1エンジンの損傷状況 - 4
前方マウントのエンジン取付部



別添写真5 No.1エンジンの損傷状況 - 5



別添写真6 No.1エンジンの損傷状況 - 6

