

AA2008-9

航空事故調査報告書

東邦航空株式会社所属 JA9991

平成20年8月29日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、本件航空事故に関し、航空・鉄道事故調査委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、航空・鉄道事故調査委員会により、航空事故の原因を究明し、事故の防止に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

航空・鉄道事故調査委員会

委員長 後藤 昇 弘

東邦航空株式会社所属 JA9991

航空事故調査報告書

所 属 東邦航空株式会社
型 式 ベル式412型（回転翼航空機）
登録記号 JA9991
発生日時 平成19年6月2日 15時39分ごろ
発生場所 岐阜県中津川市
岐阜中津川場外離着陸場の北1.3km付近

平成20年 7 月 18 日

航空・鉄道事故調査委員会（航空部会）議決

委 員 長	後 藤 昇 弘	(部会長)
委 員	楠 木 行 雄	
委 員	遠 藤 信 介	
委 員	豊 岡 昇	
委 員	首 藤 由 紀	
委 員	松 尾 亜 紀 子	

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

東邦航空株式会社所属ベル式412型JA9991は、平成19年6月2日（土）、岐阜県恵那山の一ノ沢上流部への緑化資材散布のため、岐阜中津川場外離着陸場を離陸し、散布終了後、同場外離着陸場へ戻る途中、15時39分ごろ、同場外離着陸場の北1.3km付近の山中に墜落した。

同機には、機長のみが搭乗していたが、死亡した。

同機は大破したが、火災は発生しなかった。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成19年6月2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。

また、平成19年6月29日、併任航空医官を調査担当者に指名した。

1.2.2 外国の代表

本調査には、事故機の設計・製造国であるアメリカ合衆国の代表が参加した。

1.2.3 調査の実施時期

平成19年6月3日及び4日 現場調査、機体調査及び口述聴取

平成19年6月26日～7月2日及び 現場調査及び機体調査

7月4日～9日

平成19年7月24日及び10月10日 機体調査

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。なお、原因関係者としての機長からの意見聴取は、本人が本事故で死亡したため行わなかった。

1.2.5 調査参加国への意見照会

調査参加国に対し意見照会を行った。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

東邦航空株式会社（以下「同社」という。）所属ベル式412型JA9991（以下「同機」という。）は、平成19年6月2日（土）、恵那山南側斜面にある国有林への緑化資材散布のため、機長のみが搭乗して、岐阜中津川場外離着陸場（以下「中津川場外」という。）を離陸し、散布終了後中津川場外に戻る途中、15時39分ごろ、中津川場外の北1.3km付近の一ノ沢左岸の山中に墜落した。

事故の発生及び事故機の発見に至るまでの経緯は、中津川場外で作業していた同社の営業部員及び整備士並びに同社に緑化資材の散布を依頼した緑化事業会社の営業部員によれば、概ね以下のとおりであった。

(1) 同社営業部員

5月29日に航空機を中津川場外に移動させ、30日から緑化事業のための飛行を開始し、天候等による中断がなければ6月2日に作業を終了させる予定

で、6月3日～5日が予備日であった。中津川場外には、当社の機長、整備士3名及び私の5名、並びに緑化事業会社の営業担当者及び作業員がいた。

作業内容は、スラリー（Slurry）と呼ばれる植物の種子、肥料、水、粘着材等が混ざった緑化資材をヘリに懸吊した容器（バケツ）から山中の崩壊地に散布するものであった。スラリーは、緑化事業会社の作業員が準備していた。

当日は、朝7時ごろに中津川場外に到着し、作業の打合せを行い、飛行前点検や作業準備を実施した。その後の工程は下表のとおりで、総飛行時間は5時間26分であった。

時 刻	行 動	時間（分）
0748～0752	散布地域の確認飛行	4
0754～0834	散布作業8回	40
0834～0840	燃料補給	6
0840～0932	散布作業12回	52
0932～0939	燃料補給	7
0939～1033	散布作業12回	54
1033～1040	燃料補給	7
1040～1116	散布作業 8回	36
1116～1240	燃料補給、昼食、休憩	84
1240～1326	散布作業10回	46
1326～1331	燃料補給	5
1331～1411	散布作業 8回	40
1411 ～1445	スラリー準備機材の不具合 のため作業中断、燃料補給	34
1445～1539	散布作業10回	54

15時39分ごろに、カンパニー用無線機担当の整備士が、送信スイッチを操作したときに発生する音が無線機から聞こえたと言っていた。

バケツは3個あり、そのうちの2個を使用していた。1個を使って散布中に次のバケツにスラリーを入れて準備し、ヘリコプターが帰って来たら、整備士がホバリング中のヘリコプターの懸吊索下部のフックから空のバケツのリンクを外し、新しいバケツのリンクに掛け換えていた。1回の散布に要する時間は、中津川場外を出発して帰ってくるまでで約5分であった。

バケツの重量は約140kgあり、中に注入するスラリーの重量は毎回約700kgであった。重量の調整は、バケツ内に付けた目印に注入量を合わせ

ることで実施していた。最終散布時のスラリー重量は、機体のテンション・メーターによる計測で約380kgであった。

カーゴフックからバケット下部までの長さは8.5mで、機長は通常、バケット下部が地上から20～30mの高さになるように飛行して散布していた。

カンパニー用無線機は2台あり、整備士と私で1台ずつ使用していた。67回目の同機の着陸前に私が「これで最終便です」と送信したら、機長から「了解」と応答があった。68回目の離陸後安定した飛行に移ったところに「このあと、確認飛行です」と送信したら、「了解」と応答があった。

機長は、自己管理ができる人で、無理してリスクを冒す人ではない。当日の様子は普段と変わりがなかった。

(2) 整備士

当日は7時ごろ中津川場外に到着し、飛行前点検を行った。特に異常はなく、自分がそのとき確認した搭載燃料量は600lbであった。燃料補給は、同機に対して当日6回実施した。補給燃料量は機長がコックピットの燃料計の指示を見て決定していたので、整備士は各回の概ねの補給量しか承知していない。

同機が飛行中は、自分はカンパニー用無線機担当であった。通常、機長は「あと2回散布したら燃料補給を頼む」というように燃料補給の時期を事前に知らせていたが、68回目となる最後の散布の前にはその通報はなかった。最後の散布は15時35分からであったが、機長はそれがその日の最終の散布であることは、無線でそのように言っていたことから承知していたはずである。散布終了後は、燃料補給をして散布結果の確認飛行を行うことになっていた。機長の燃料管理のやり方は、燃料計の示す残量を基にして行うものであった。

15時39分ごろ、操縦桿の無線機スイッチを押したときに発生する「カチッ」という音が無線機から聞こえたので、こちらから同機を呼んだが応答はなかった。15時40分を過ぎても帰ってこないで、スラリーを混ぜる機械を止めてヘリの音を聞こうとしたが、一ノ沢方向からは何の音も聞こえて来なかった。

14時11分から14時45分までの休憩時に機長と話をしたが、特に変わったところはなく疲労している様子もなかった。このころ少し小雨が降り、山の上の方には霧が掛かっていた。

同機が最後に飛行したところの中津川場外付近の天候は、雲はなく、ほぼ無風で視程も問題なかった。涼しかったので気温は20℃以下であったと思う。

(3) 緑化事業会社の営業部員

今回の緑化資材の散布は、当社が受注した事業で、それを東邦航空に委託したものである。

15時40分ごろ、同機が帰ってこないので中津川場外から最後の散布地域が一望できる所へ行って、その方向を見たが機影も何も見えなかった。そのとき山頂には雲が掛かっていたが、散布地域は見え、降水現象はなかった。

16時過ぎに自分と作業員6名で捜索のため一ノ沢を登って行った。沢が散布地域に近づく唯一の方法で、自分は同機が沢のどこかに不時着していると思っていた。17時ごろ作業員の1人が山の斜面に墜落していた機体を発見した。

17時13分に、座席ごと機外に投げ出されている機長を機体の近くで発見した。

事故発生場所は、中津川場外から北へ1.3km付近の一ノ沢の左岸の斜面（北緯35度25分35秒 東経137度34分39秒）で、事故発生は15時39分ごろであった。

（付図1、2及び写真1、2参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

機長が死亡した。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度及び火災の有無

同機は大破したが、火災は発生しなかった。

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

胴体	破損
降着装置	破損
メインローター・ハブ及びブレード	破損
トランスミッション	破損
両エンジン	損傷
テールブーム	破損
テールローター・ブレード	破損
燃料タンク	損傷

2.4 航空機以外の物件の損壊の状況

樹木約10本が折れていた。

2.5 航空機乗組員等に関する情報

機長 男性 66歳

事業用操縦士技能証明書（回転翼航空機）	昭和42年 2月28日
限定事項 ベル式212型	昭和56年 3月11日
計器飛行証明書（回転翼航空機）	平成 2年 2月13日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成20年 2月11日
総飛行時間	14,295時間03分
最近30日間の飛行時間	30時間40分
同型式機による飛行時間	1,571時間56分
最近30日間の飛行時間	28時間10分

2.6 航空機に関する情報

2.6.1 航空機

型 式	ベル式412型
製造番号	33181
製造年月日	平成元年 9月24日
耐空証明書	第東-18-587号
有効期限	平成20年 3月 9日
耐空類別	回転翼航空機 輸送TA、TB
総飛行時間	3,727時間04分
定期点検（600時間点検、平成19年2月20日実施）後の飛行時間	90時間34分

（付図3参照）

2.6.2 エンジン

	No.1 エンジン	No.2 エンジン
型 式	プラット・アンド・ホイットニー・カナダ式PT6T-3B型	
製造番号	CP-PS63071	CP-PS63072
製造年月日	平成元年3月10日	
総使用時間	3,727時間04分	

2.6.3 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は7,922.3 lb、重心位置は前後138.7 in、右0.6 inと推算され、いずれも許容範囲（最大全備重量11,900 lb、事故当時の重量に対応する重心位置範囲、前後130～144 in、左右 左4.5 in～右4.5 in）内にあったものと推定される。

2.6.4 燃料及び潤滑油

燃料は航空用ジェットA-1、潤滑油はモービル・ジェット・オイル254であった。

2.7 気象に関する情報

中津川場外にいた者によれば、現場付近の気象は、次のとおりであった。

天気 曇り、風 微風、視程 良好、外気温度約20℃

2.8 通信に関する情報

同機と中津川場外間の同社のカンパニー無線による交信状況に技術上の異常はなかった。

2.9 事故現場及び残骸に関する情報

2.9.1 事故現場の状況

事故現場は、恵那山山頂から南西に伸びる一ノ沢左岸の斜面で、山頂から南西に約2.7km離れている。事故現場一帯は、ブナ、サワラ等の樹高20m以上の広葉樹と針葉樹が混在して繁った原生林で、地表面は熊笹で覆われている。事故現場付近の平均斜度は約45°で、標高は約1,100mである。なお、事故現場から上流側へ約100mの所に、沢幅20m以上でほぼ平坦な場所がある。

同機は、沢から17mほど斜面を上った所に機首を北（上流側）に向け、胴体左側を下にし、樹木が同機を斜面から転げ落ちるのを阻止している状態で横たわっていた。テール・ブームは胴体と反対方向を向いており、エレベーター付近が胴体の下敷きになっていた。燃料の流出は確認されなかった。

以下、破片等の散乱状況について、同機のカーゴフック位置を基準点として記述する。

同機の上流側16m、斜面上側22mの位置にブナの木があり、高さ約14mのところ折れ、折れた部分の一部は同機の下流側1mの位置に転がっていた。このブナの木周辺の樹木には、メインローター・ブレードで切り払われたような痕跡はなかった。

同機の上流側8m、斜面上側19mの位置に2m四方の石があり、この石には、同機の機体下部の塗装と同じ青い塗料片が付着していた。この石の斜面上側には同機の左側VORアンテナ及びカーゴ・フック前方にある衝突防止灯の破片があった。

同機の上流側5m、斜面上側15mの位置に立っていた高さ約20mのサワラの木が下流側に倒され、根元から10mの部分で幹が折れていた。この木の斜面上側

にはメインローター・ブレード（赤）^{*1}（先端から5.8mの部分）があった。サワラの木の前元には、左スキッド後端部分（長さ約40cm）が埋まっていた。

同機の上流側8m、斜面上側10mの位置に、メインローター・ブレード（黄）（先端から3.6mの部分）があった。

同機の斜面上側10mの位置を中心として半径約3mの範囲には、コクピット内のスイッチパネルの多数の破片、左席ウィンド・シールドの一部、機首部分のカーゴ・ミラーの支柱等があった。

同機の斜面下側10mの位置に、バッテリーがばらばらになった状態で散乱していた。

同機が懸吊していたバケットは、同機の北約60mの斜面で発見された。（付図2及び写真1、2参照）

2.9.2 損壊の細部状況

(1) 胴体

機首からコクピットにかけての部分が前方から均等に押しつぶされたように破壊され、コクピットが露出した状態になっていた。また、左側操縦席からキャビンにかけての胴体左側部分及び胴体後部の下部からテールブームの取付部にかけて大きく損壊していた。

(2) 降着装置

前後のクロス・チューブの胴体取付部は破損していたが、機体から分離してはいなかった。左右のスキッドは右スキッドの後端部（長さ約0.5m）以外は外れており、左スキッドは5つに、右側スキッドは4つに破断していた。

(3) メインローター・ブレード

赤及び黄ブレードは、それぞれ付け根から1.2m、3.4mの部分で破断し、破断した部分には樹皮が付着していた。青及び緑ブレードは、それぞれ付け根から2.7m、2.5mの位置で折れ曲がっていた。青及び緑ブレードの前縁には、樹木を叩いたような大きな損傷はなかった。

(4) トランスミッション及びマスト

トランスミッションは機体取付部が破損したため、若干機体左側に傾斜していた。トランスミッションは拘束なく回すことができた。

マストに損傷はなかった。スワッシュプレートはマストの軸に対してほぼ直角で特定の方向に大きく傾斜することなく、上限近くまで押し上げられて

*1 各メインローター・ブレードを区別するため、各ブレードは黄、赤、青及び緑に色分けされている。

いた。

(5) エンジン

No.1 エンジンは、エンジンケース、空気取入口及び排気管が変形していた。ガsproデューサー・タービンは拘束なく手で回すことができた。パワー・タービン自体には破損は認められなかったが、ケースの変形による拘束のため回すことはできなかった。

No.2 エンジンは、空気取り入れ口及び排気管が押しつぶされて変形していた。ガsproデューサー・タービン及びパワー・タービンは、拘束なく手で回すことができた。

両エンジンの出力軸に繋がっているコンバインド・ギヤボックスは、手で拘束なく回すことができ、クラッチ機構にも異常はなかった。

両エンジンの空気取り入れ口に装備されているパーティクル・セパレーターのバイパス・ドアはいずれも閉まっていた。

(6) テールブームは、胴体から分離して、エレベーター付近が胴体の下敷きとなっていた。テール・スキッドは、テールブームへの取付部分が破損していた。テールスキッド下面には石などと接触した痕跡は認められなかった。

(7) 両テールローター・ブレードの前縁に損傷はなかった。片側のブレードの後縁が、幅約15cmにわたり前縁側に約15cm陥没していた。

(8) 10箇のセルで構成されている燃料タンクのうち、左上部セルの外側部分数カ所が破損していた。その他のセルについては、セル本体、配管等に亀裂や損傷はなかった。

事故現場において、同機からの燃料漏れは確認できなかった。

(9) バケットの中は空であった。バケット本体には地面に落下した際にできたへこみが数カ所にあった。バケットを懸吊していた索は破断しておらず、カーゴフックにも損傷はなかった。

2.9.3 関係する計器指針、スイッチ、レバー及びバルブ位置

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| (1) 燃料計 | 指示ゼロ |
| (2) コレクティブ・レバー | 最高位置を越えて引き上げられた位置
(取付部は破損) |
| (3) スロットル | 全開 |
| (4) 燃料クロスフィード・バルブ | 開 |
| (5) インターコネクト・バルブ | 開 |
| (6) パーティクル・セパレーター・
バイパス・ドア | 両エンジン側とも閉 |

(7) 燃料制御パネル

制御パネルは墜落により一部が損傷し、その際スイッチ位置が変更されたと考えられるものがあった。()内は飛行中の通常のスイッチ位置を示す。

① ブースト・ポンプ・スイッチ	No. 1 エンジン	OFF (ON)
	No. 2 エンジン	ON
② トランスファー・ポンプ	No. 1 エンジン	OFF* ² (ON)
	No. 2 エンジン	ON
③ 燃料バルブ・スイッチ	No. 1 エンジン	ON
	No. 2 エンジン	ON
④ クロスフィード・スイッチ		NORM
⑤ インターコネクト・スイッチ		OVRD CLOSE* ³ (NORM)
⑥ パーティクル・セパレーター・ スイッチ	No. 1 エンジン	NORM
	No. 2 エンジン	OVRD ON* ⁴ (NORM)

(付図 4 参照)

2.10 医学に関する情報

岐阜県警察本部による解剖鑑定書によれば、機長の死因は、骨折を含む多数の外傷及び心臓破裂等を含む内臓損傷による外傷性ショックであった。

血液からアルコール及び乱用薬物は検出されなかった。

2.11 人の生存、死亡または負傷に関する情報

同社の本社運航部（以下「本社」という。）は、15時45分に「同機が予定時刻になっても帰って来ない」旨の連絡を、中津川場外から受けた。その後、社内での情報収集、自社機による捜索準備のための調整等を行った。

本社は、16時26分に東京救難調整本部（以下「東京RCC」という。）に、「同機が離着陸場を15時35分ごろ離陸し、約5分後に着陸する予定であったが未だ到着しない」旨連絡し、これを受けて、東京RCCは捜索救難業務を開始した。本社が同機消息不明の届出と同機に関する情報の問い合わせを中津川警察署に行ったのは、17時15分であった。

*2 OFF位置の場合、2.12.2(1)に記述する1番セルから3番セルへの燃料移送ができない。

*3 OVRD CLOSE位置の場合、2.12.2(1)に記述する左右3番セル内の燃料量の差が解消できない。

*4 このスイッチ位置は、整備を行う際にパーティクル・セパレーターのバイパス・ドアを開けるとき等に使用し、通常の飛行中においては使用しない。

一方、16時過ぎに中津川場外を出発した緑化事業会社の営業員以下7名が、一ノ沢沿いの捜索を開始していた。そして、17時に一ノ沢左岸に墜落していた同機を、17時13分に、シートベルトを締め座席に座った状態の機長を機外で発見した。その情報は本社には17時34分に、中津川警察署には17時40分に伝えられた。機長は、18時35分に事故現場に到着した岐阜県警のヘリコプターにより中津川場外に移送され、18時47分にそこで死亡が確認された後、中津川消防の救急車で中津川警察署に移送された。

18時25分の同機及び機長の発見・確認情報を受けて、東京RCCは18時55分をもって捜索救難業務を終了した。

なお、同機はELT^{*5}を搭載していなかった。

2.1.2 その他必要な情報

2.12.1 航空法にかかわる許可等について

緑化事業に係わる飛行に関し、航空法第79条ただし書（飛行場以外の場所における離着陸）の許可、同法第81条のただし書（最低安全高度以下の高度における飛行）の許可は取得され、また同法89条ただし書きの届出（航空機からの物件の投下）もなされていた。

2.12.2 燃料関係

(1) 燃料系統

燃料タンクは、ゴム引き布で作られた弾力性のある10個のセルで構成されている。6個のセルはキャビン床下であり、4個は胴体後部にあつて、床下のセルより高い位置にある。

キャビン床下の6個のセル（以下「下部セル」という。）は、左右に3つずつ（以下、前方から「1番」、「2番」、「3番」と呼称）配置されている。胴体後部の4個のセル（以下「上部セル」という。）のうち2箇は、機軸に沿って前後に、残りの2箇はそれらを挟むように左右に配置されている。

上部セル及び下部セルは連結されており、燃料は左右3番セル内の電動ブースト・ポンプにより該当のエンジンに供給される。燃料は重量重心を維持するため、上部セルの約4分の1、2番セル、上部セルの残り約半分、1番セル、上部セルの残り、3番セルの順に消費される設計となっている。

*5 Emergency Locator Transmitter（航空機用救命無線機）のこと。航空機が遭難、墜落した場合等に、遭難地点を探知させるための信号を送信する無線機のこと。なおELTには水中に投げ込むことで浮上・自立し遭難信号を発射する洋上型、墜落の衝撃を感知して自動的に遭難信号を発射する自動型などがある。

コクピット内のインターコネクト・スイッチがNORM位置の場合、上部セルが空になったとき上部セルからの信号でFUEL LOW注意灯が点灯し、同時にインターコネクト・バルブが開いて左右の3番セルの燃料量が均等になる。各ブースト・ポンプにはプレッシャー・スイッチがあり、片方のブースト・ポンプの故障等によりブースト圧がなくなった場合に、燃料クロスフィード・バルブに信号を送る。クロスフィード・バルブは通常閉じているが、コクピット内のクロスフィード・スイッチがNORM位置の場合、電動モーターで駆動されて開き、反対側のタンクから両エンジンに燃料が供給される。

インターコネクト・バルブ及びクロスフィード・バルブは、外部からの衝撃で容易にバルブ開閉位置が変わる構造ではない。また、電源が遮断されると、バルブ開閉位置は電源が遮断されたときの位置を維持する。

(付図4参照)

(2) 燃料に関する飛行規程の記載 (抜粋)

① 使用不能燃料量 26.5ℓ (46.7 lb)

② FUEL LOW注意灯点灯時期

左または右セルの燃料レベルが190 lb以下

③ FUEL LOW注意灯点灯時の非常操作

a. No.1とNo.2の燃料量の差が100 lb未満 (左右どちらかの燃料レベルが190 lb以下) : 着陸を考える。

b. No.1とNo.2の燃料量の差が100 lb以上 (量の少ない側のセルに燃料漏れの可能性がある) : FUEL INTCON SW-OVRD CLOSE、できる限り速やかに着陸する。

(3) 同機の燃料消費率

① 同社では、700 lb/hとして同機を運用していた。

② 散布時の状況を以下のように設定して同機の燃料消費率 (以下「燃費」という。) をチャートから求めた。

a 1回の散布に要する時間は5分 (中津川場外を出発して散布するまで3分、中津川場外に帰着するまで2分)。ただし、最初の3分間は最大連続出力を使用

b 全備重量は10,060 lb (スラリー1,540 lb (700 kg) + 燃料600 lbを含む)

c 燃料流量チャートは、事故現場付近の状況に一番近いものを使用 (気圧高度4,000 ft、外気温度7℃及び27℃のもの、並びに気圧高度6,000 ft、外気温度3℃及び23℃のもの)

得られた燃費の算術平均は、約663.0 lb/hとなった。

③ 同機の実燃費

前日の飛行後の残燃料600 lbも含めた当日の実燃費は $((2,919 \text{ lb} + 600 \text{ lb}) \div 326 \text{分} \times 60)$ 、647.7 lb/hとなる。

(4) 燃料計指示及びその校正

同機の燃料計は2つの指針及びデジタル表示器で構成されており、単位はlbである。各指針はそれぞれ左右のタンク内の燃料量を示し、デジタル表示器は左右の合計燃料量を示す。

整備マニュアルには燃料計の定期的校正に関する記述はない。燃料計指示関係部品の整備はオンコンディション方式で行われており、不具合発生時には当該部品の交換等が行われるが、同機の燃料量トランスミッター、計器、シグナルコンディショナーの交換実績はなかった。

整備士が同機に搭乗するときには燃料計指示の確認を行っているが不具合は確認されていなかった。また、操縦士からの燃料計指示に関する不具合報告もなかった。

(5) 同機から回収した燃料量

合計7.9ℓをタンク内から回収した。ただし、同機を事故現場から中津川場外に降した際、左2番セルから若干の燃料がこぼれた。

燃料コントロール・ユニット内の燃料量については、同機が事故現場から回収されるまで約1カ月事故現場に放置されており一部の燃料は蒸発した可能性があることから、確認をしなかった。

(6) 同機への燃料給油量

中津川場外で6月2～3日の間に消費された燃料量はドラム缶内の残量から、3,978 lbであった。消費の内訳は、同場外に緑化作業の写真撮影のため飛来したアエロスパシアル350に対する給油が706 lb、事故後同機の捜索のため飛来したアエロスパシアルSA315Bに対する給油が353 lb、同機に対する給油が2,919 lbであった。

(7) 残燃料に係わる機長の後輩への指導

機長は後輩を指導する際、同機の燃料補給の時機について、残燃料が200 lbに達する前に燃料補給を行うよう述べていた。

2.12.3 パーティクル・セパレーター

エンジンインレット・カウリングには、運航中に異物を吸い込まないようにパーティクル・セパレーターが装備されている。パーティクル・セパレーターの後部にはバイパス・ドアがあり、排気管に繋がっている。バイパス・ドアは、エンジン始動時に開き、停止時に閉まる。エンジンのガスプロデューサー・タービン回転数が

53±2%より低い場合は、バイパス・ドアは閉じており流入空気及び異物はエンジン内に吸い込まれるが、53±2%より高くなるとこれが開き、排気による負圧及び異物の慣性により異物はエンジンをバイパスし、空気のみがエンジン内に吸い込まれる。このバイパス・ドアの全開／全閉に要する時間は約10秒である。開閉のための電源はDCエッセンシャル・バスから供給され、このバスはスターター・ジェネレーター及びバッテリーに繋がっている。

バイパス・ドアは、外部からの衝撃で容易に開閉位置が変わる構造ではない。また、電源が遮断されると、開閉位置は電源が遮断されたときの位置を維持する。

(付図5参照)

2.12.4 ガスプロデューサー・タービンのアイドル回転数

ガスプロデューサー・タービンのアイドル回転数は61%で、これ以下の回転数に下がるとエンジンは停止する。

2.12.5 物資空輸時の搭載燃料

同機の飛行規程から、外気温度20℃、標高3,000ftにおいて離陸出力を使用して60ftの地面効果外ホバリングができる最大重量を求めると、約11,300lbとなる。この最大重量から機体重量、操縦士、バケット及びスラリーの重量を引くと搭載可能な燃料重量は約1,835lbとなり、燃費700lb/hでは約2時間35分の飛行が可能である。

この機体重量での運航について同社の担当者は、「エンジンの使用トルクが大きくなるとともに中間タービン温度が上昇して制限値に非常に近くなり、エンジン運転上の安全マージンが取れなくなる。このため、燃料を減らすか空輸物資を減らすのか選択によってこれに対応している。恵那山においては、前者の方法によりスラリー重量は変えないで、燃料重量を600lb前後に減らして運航していた。後者の方法は恵那山では適用しなかったが、空輸貨物の方の重量を減らして飛行時間を長くすることもある」と述べた。

2.12.6 ヘリコプターのFUEL LOW注意灯点灯時期

同機を含む同社の代表的なヘリコプターに1時間分の燃料を搭載し、同社の標準的な運用燃費で飛行した場合のFUEL LOW注意灯点灯時期は、下表^{*6}のとおりである。

*6 注意灯点灯後の飛行時間について、飛行規程ではAS350B2 AS355N EC135T2の場合は最大連続出力でそれぞれ18分、18分、8分となっているが、同機との比較のため標準燃費で飛行したものとして計算した。AS350Bの場合、飛行規程では25分となっているが、標準燃費で飛行したものとして計算した。

ただし、同機の燃費については、700 lb/hで計算した。

機 種	標準燃費	注意灯点灯時期	残燃料量	燃料枯渇までの飛行時間
AS350B	170ℓ/h	39分	60ℓ	21分
AS350B2	170ℓ/h	39分	60ℓ	21分
AS355N	110ℓ/h×2	37分	87.6ℓ	23分
EC135T2	110ℓ/h×2	37分	85ℓ	23分
Bell 412 (同機)	397ℓ/h	27分	215ℓ	33分

この表から、1時間分の燃料を搭載して飛行した場合、同機の注意灯は他機種よりも早く点灯し、また、点灯後燃料枯渇までの飛行時間が比較的長いことも分かる。

2.12.7 機長の勤務状況等

同社の営業部員や整備士等によれば、機長の健康状態は良好であり個人的な悩み等はなかった。

同社の運航規程では、運送事業機長の一日の勤務時間は連続12時間、飛行時間は8時間を超えないこととなっている。

一方、事故発生1週間前からの機長の勤務状態は下表のとおりであった。

月 日	行 動	飛行時間
5月24日	移動（調布～群馬場外離着陸場）	25分
5月25日	休暇	
5月26日	休暇	
5月27日	秋山郷場外離着陸場への移動 物資空輸	30分 1時間25分
5月28日	物資空輸	4時間25分
5月29日	試験飛行 物資空輸 中津川場外への移動	10分 45分 1時間50分
5月30日	調査飛行 緑化作業（散布回数10回）	25分 45分
5月31日	緑化作業（散布回数21回）	1時間45分
6月1日	緑化作業（散布回数75回）	5時間10分
6月2日	確認飛行 緑化作業（散布回数68回）	4分 5時間22分

2.12.8 回転翼航空機へのELT装備

国土交通省航空局は、平成4年7月に、山岳地帯を飛行する回転翼航空機にELTを装備するよう指導していた。

3 事実を認定した理由

3.1 機長は、適法な航空従事者技能証明及び有効な航空身体検査証明を有していた。

3.2 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。

3.3 2.7で記述した気象に関する情報及び事故発生後に緑化事業会社の営業部員が、散布地域が一望できる地点から散布地域を見たときには降水現象はなかったと述べていることから、事故当時の気象は本事故に関連がなかったものと推定される。

3.4 エンジン

エンジンについては、No.1エンジンのパワー・タービンがケースの変形により拘束されていたこと以外は、他に機材的な不具合が確認できなかったことから、両エンジンとも異常はなかったものと推定される。

2.9.2(5)に記述したとおり、両パーティクル・セパレーターのバイパス・ドアは閉まっていた。また、2.12.3に記述したとおり、バイパス・ドアの開閉にはDC電源が必要であるが、同機のバッテリーは機体から外れていたことから、これが墜落後閉った可能性は考えられない。従って、バイパス・ドアは飛行中に閉まっていたと推定され、少なくとも両エンジンのガスプロデューサー・タービン回転数は空中において53±2%以下であったことになり、これは2.12.4に記述した61%以下であることから両エンジンは停止していたものと推定される。

3.5 燃料

(1) 燃料量推移

2.12.2(6)に記述したように、事故当日ドラム缶から同機に補給した燃料量は2,919 lbであった。2.12.2(3)に記述した同機の燃費を700.0 lb/hとして必要燃料量を計算すると、当日の飛行時間282分（総飛行時間326分から当日最初の燃料補給までの飛行時間44分を引いた時間）に対しては

3, 290 lbとなり、給油による実際の消費量より371 lb多かった。これは同社の運用上の基準燃費700.0 lb/hが安全マージンを含んだ値であるためと考えられる。

2.12.2(3)③に記述した同機の実燃費647.7 lb/hと2.12.2(3)②に記述したチャートから求めた燃費663.0 lb/hとを比較すると、後者の方が多いが、これは20℃でのチャートがなく7℃及び27℃のチャートを基に計算したこと、これらのチャートには60kt以下での燃費データがないため外挿したこと等によるものと考えられる。

次に、同機へのドラム缶からの総燃料補給量、給油ポンプ稼働時間、実燃費及び飛行時間から同機の燃料量の推移を計算し下表に整理した。給油ポンプの稼働時間は、2.1(1)で同社営業員の述べた燃料補給時間から、燃料ホースの取付・取外時間を1分としてこれを引いた時間としたため、若干の誤差を含んでいる。5回目及び7回目の補給時間については、それに関する口述がなかったため、それまでの補給時間の平均値6分で計算した。注意灯の点灯時期は、飛行開始からの時間である。

飛行 (回目)	持越 燃料量 (lb)	給油ポンプ 稼働時間 (分)	補給量 (lb)	総燃料量 (lb)	飛行時間 (分)	使用 燃料量 (lb)	残燃料 量 (lb)	注意灯 点灯 (分)
1	600.0	0	0.0	600.0	44	474.5	125.5	20.4
2	125.5	5	470.8	596.3	52	560.8	35.4	20.1
3	35.4	6	565.0	600.4	54	582.4	18.0	20.4
4	18.0	6	565.0	583.0	36	388.3	194.7	18.8
5	194.7	5	470.8	665.5	46	496.1	169.4	26.5
6	169.4	4	376.6	546.0	40	431.4	114.6	15.4
7	114.6	5	470.8	585.4	54	582.4	3.0	19.1
合計補給量			2,919.0					

この表では、1回目の残燃料量は確認された持越燃料量に基づくものであるのほぼ正確な値と考えられる。この表中の各飛行時間の残燃料は記録された飛行時間、燃料ポンプ稼働時間から求められたものである。

(2) 燃料枯渇の可能性

上記(1)から、機長は、各回の搭載燃料が概ね600 lbとなるように燃料補給を行っていたものと考えられる。3回目の飛行の残存燃料は18 lbとなっているが、当日の実燃費647.7 lb/hに照らしてみればこの量は1分40秒

の飛行時間に相当し、このときは燃料枯渴をかるうじて避け得たものと考えられる。

一方、2.9.3(4)に記述したとおりクロスフィード・バルブは開いていたことから、同機は事故直前にどちらかのタンクの燃料が先に枯渴した状態で飛行していたものと推定される。3.4に記述したとおり、両エンジンは停止したと推定されるが、その原因はクロスフィード・バルブが開いていたこと及び上記の残燃料推移から判断して、燃料枯渴によるものと推定される。

(3) FUEL LOW注意灯点灯時期

燃料計指示の校正が行われていないため、燃料指示の正確性は不明であるが、2.12.2(4)に記述したように、燃料指示関係部品の交換記録がないこと、及び操縦士等による不具合は確認されていないことから、燃料指示に不具合はなかったものと考えられる。当日の飛行においては、毎回飛行開始後15分から25分を過ぎたころにFUEL LOW注意灯が点灯していたものと考えられる。

(4) 回収した燃料量

2.12.2(5)に記述したとおり、同機の燃料タンクから事故後に回収できた燃料量は7.9ℓであった。中津川場外で燃料タンクからこぼれた量は、地面が濡れた範囲から2ℓ程度と考えられ、回収できたとすれば、全回収燃料量は10ℓ程度になったものと考えられる。これには使用不能燃料も含まれていたものと考えられる。

3.6 疲労の影響

機長の当日の飛行時間は5時間26分であった。休憩は、昼食時に約1時間30分、14時過ぎに約30分とっており、作業中は燃料補給時に5～10分の休憩を取っていた。また、機長の状況について、整備士は「機長が疲労していた様子はなかった」と述べていた。

飛行についても天候上緊張を強いられるものではなかったものと考えられる。

一方、機長の年齢及び1日の飛行時間が5時間を超えていたことを考慮すると、最終飛行時において疲労が蓄積していた可能性もあるが、疲労の有無、その影響等については明らかにすることはできなかった。

3.7 FUEL LOW注意灯点灯への対応

3.5(1)の表による燃料推移から、散布飛行においては、同機は飛行を開始して次の燃料補給を受けるまで、相当の時間FUEL LOW注意灯を点灯させて飛行するのが、ほぼ常態で、さらに2.12.2(7)で記述した200 lbも割り込んで飛行していたものと考えられる。

注意灯の点灯に気付いた機長は、左右の燃料計指示の差が100 lb未満または100 lb以上のいずれであるかを確認しなければならないが、7回目の飛行においては、計算による注意灯点灯時期は飛行開始後19分過ぎであり、同機がそのまま飛行を継続しており、インターコネクト・バルブが開いていたことから、前者の状況であったものと推定される。

しかし、この際機長は燃料枯渇までまだ時間的余裕があると判断し、また毎回のことでもあるので、飛行を継続したものと考えられる。3.5の表を基に推測すると、当日の2回目、3回目の飛行においても同じような燃料量で50分以上の飛行をしていることから、「あと1回の散布は可能」という判断や、「あと1回で散布を終わらせ、区切りをつけたい」という意識が影響を与えていた可能性が考えられる。

なお、散布経路上においてオートローテーションによる着陸が実施できるのは、2.9.1に記述した事故現場から約100 m上流側にある比較的平坦で沢幅約20 m以上の部分だけであるが、そこを通りすぎた直後に同機は45°の斜面に墜落していたことから、機長が異変に気付いたのとエンジン停止はほぼ同時期であった可能性が考えられる。

また、2.1(1)に記述した機長の燃料管理の方法は燃料計の示す残量を基にしていたこと及び同社営業部員との交信時に機長が燃料補給について言及していないことから、単独飛行による散布作業を繰り返すうちに、機長は燃料が枯渇しつつあることを失念し、同機が燃料枯渇になった可能性が考えられる。

また2.12.6の表が示すとおり、同機の場合は注意灯点灯時から燃料枯渇までの飛行時間が長い、これが機長の燃料管理に対する注意力を低下させることに関与した可能性も考えられる。

3.8 オートローテーション

コンバインド・ギヤボックス、メイン・トランスミッションについては拘束なく回転することが確認されたことから、エンジン出力はメインローターまで伝達されていたものと推定される。

また、クラッチ機構に異常がなかったことから、オートローテーション操作を行うことはできたものと推定される。

スワッシュプレートはマストにはほぼ直角で特定の方向に大きく傾斜しておらず、上限近くまで押し上げられていた。また、バケットが事故現場上流で切り離されていたことから、オートローテーション降下が行われたものと推定される。

しかしながら、同機が斜面に墜落していたことを考慮すると、エンジン停止時の同機の対地高度は安定したオートローテーション降下を行うには十分ではなかったものと考えられる。このため、コレクティブ・レバーを引き上げる操作は、安定したオー

トローテーション降下に引続き行われる一連の操作の一部として行われたものではなく、樹木との接触直前に無意識的に行われた可能性が高いものと考えられる。

3.9 墜落直前のメインローター回転数及び機体の前進速度

以下の理由から、同機が事故現場において最初にブナの木に接触したところ、同機は、メインローター回転数が低く前進速度がほとんどない状況であったものと推定される。

- (1) メインローターが高速で回転していたならば、ブナの木周辺及び上流側には、メインローター・ブレードで切り払われた樹木が存在するはずであるが、その痕跡はなかった。
- (2) ブナの木及びサワラの木を叩いたメインローター・ブレードはメインローターの回転方向からそれぞれ黄ブレード及び赤ブレードと推定されるが、遠くに飛散しておらず大きな塊で残っていた。またその他のブレードは破断しておらず、それらの前縁には、樹木等を叩いた痕跡がなかった。
- (3) 同機はサワラの木を沢の下流側に押し倒した後は5 mしか前進していない。
- (4) スワッシュプレートは限界近くまで押し上げられていた。

3.10 同機の墜落状況

同機のエンジン停止から墜落後機体が斜面途中で停止するまでの状況は、以下のようであったものと考えられる。

同機が中津川場外に戻るため一ノ沢東側斜面に沿って飛行中、燃料枯渇により両エンジンが停止した。その後同機はオートローテーション着陸を行うため降下を開始し、安全のためバケットを切り離した。樹木と接触する前に減速操作が行われるとともにコレクティブ・レバーが引上げられ、メインローター回転数は低下した。ブナの木に接触してメインローター・ブレード（黄）が破断し、次にサワラの木に接触してメインローター・ブレード（赤）が破断した。サワラの木にメインローター・ブレードが接触した後は、胴体が乗り掛かるような状態でこの木を押し倒し、同機は後ろにずり落ちて胴体後部から地面に落下した。この時に胴体とテールブームの連結が外れた。その後、機体は右に横転し、複雑な動きをしながら最終的に機首を上流側に向けて斜面の途中で木に引っ掛かり停止した。

ブナの木の一部が胴体付近まで飛んでいるのに対してサワラの木破片はほとんどその場で発見されていることから、メインローターの回転エネルギーは前者を叩いたときにほとんどが消費されたものと考えられる。また、胴体近くにブナの枝が突き刺さった右ノーズカウルがあること、及び機首からコクピット付近がほぼ均等に破壊されていることから、機首からコクピットにかけての部分の破壊は、まずブナの木及びサワラの木に衝突したときに発生し、次いで斜面を複雑な動きで転げ落ちる最中に発

生したものと考えられる。

3.1.1 燃料管理

本事故は、約1時間の運航においてFUEL LOW注意灯の点灯時期が早い機種を使用して、山地で短距離の往復による物資空輸を、機長一人で行っている際に発生した。また、同機の場合はエンジン運転上の安全マージンを確保するために最大重量を減少させなければならない状況にあった。

最大重量を減少させるためには、搭載貨物の重量を減らす方法又は搭載燃料量を減らす方法があるが、後者については次の2つの方法がある。

- (1) FUEL LOW注意灯が点灯した後もある程度飛行することを前提とした燃料量とする。
- (2) FUEL LOW注意灯が点灯する前に所定の運航が終了することを前提とした燃料量とする。

同機の燃料管理の方法は、上記(1)の考え方によるものであり、効率を追求するものであったと考えられる。

燃料管理に当たっては、FUEL LOW注意灯点灯後の飛行可能時間が長いため早急に着陸のための対応を要しない同機のような機種にあっても、基本的に注意灯を点灯させないような運航を追求すべきであると考ええる。

一方、いつ燃料補給を行うかは最終的には機長の判断であり、本事故においては正確な燃料補給量やFUEL LOW注意灯の点灯時期は機長のみが知っていたが、このような情報を機長のみが保有するのではなく、これらを地上の整備士等と共有し、単独飛行している機長以外にも複数の人間が燃料管理に参加し、機長を補佐できるシステムを構築し、厳格に実行することが必要である。

3.1.2 緊急事態への対応

2.1.1に記述したとおり、同社が東京RCC及び中津川警察署に行方不明機の連絡をしたのは、事故発生からそれぞれ47分後及び1時間36分後であった。社内での情報収集及び捜索への対応に時間を要したためこのような時間になったものと考えられる。本事故においては、山岳地で目撃者がなく、状況把握の難しい状況であったと考えられるが、救難機関への第一報は努めて早期に行うべきであり、必要情報の収集や社内態勢の確立と並行して行うべきであった。

4 原因

本事故は、同機が緑化資材を散布後中津川場外に戻る途中、燃料が枯渇したため、山中に墜落し、機体を大破させるとともに機長が死亡したことによるものと推定される。

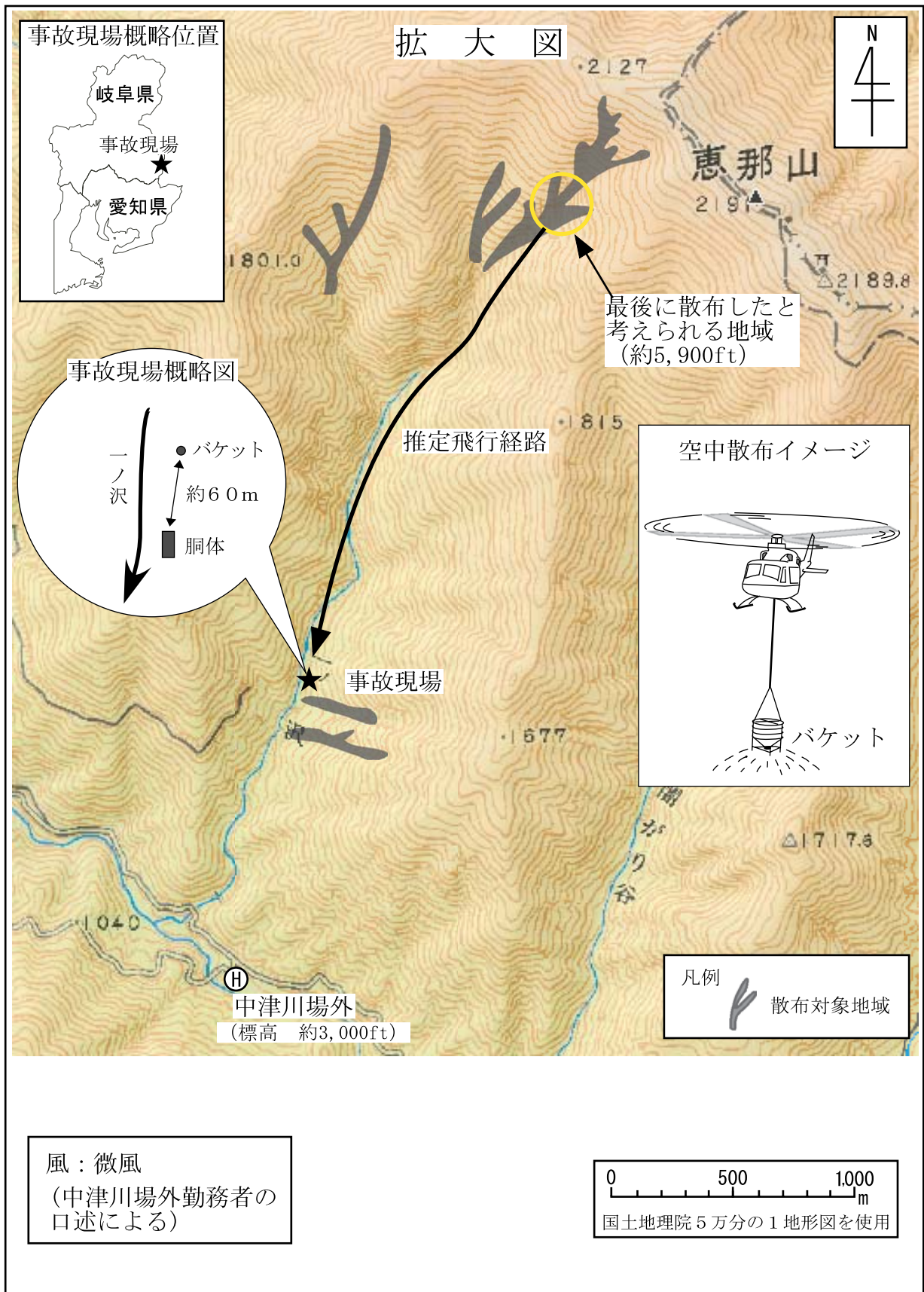
飛行中に燃料が枯渇したのは、FUEL LOW注意灯点灯時期を基準とし、安全に着陸できる最低燃料量が確保できるような燃料管理が行われず、FUEL LOW注意灯が点灯した後残燃料量に余裕のあるうちに機長が燃料補給を行わなかったためと推定されるが、これには、作業効率を優先させた運航、作業に目途をつけたいという機長の心理及び単独飛行している機長以外の者の燃料管理への不参加が関与したものと考えられる。

5 参考事項

- 1 本事故の発生を受け、同社は平成19年6月8日、「TSOP 2-2-001 物資輸送飛行作業実施要領（運航）」の改訂を行い、以下の内容を追加した。
 - (1) 作業開始（再開）後、または燃料補給して離陸した後に、操縦士から整備士等に搭載燃料量を通報すること。通報を受けた整備士は物資輸送記録書等に補給燃料量及び搭載燃料量を記入すること。
 - (2) 飛行作業中、低燃料注意灯が点灯した場合には、操縦士はその旨と残燃料を整備士等に通報し、地上（または機上）整備士との共有情報とすること。通報を受けた者は、その時刻及び残燃料量を物資輸送記録書に記載すること。

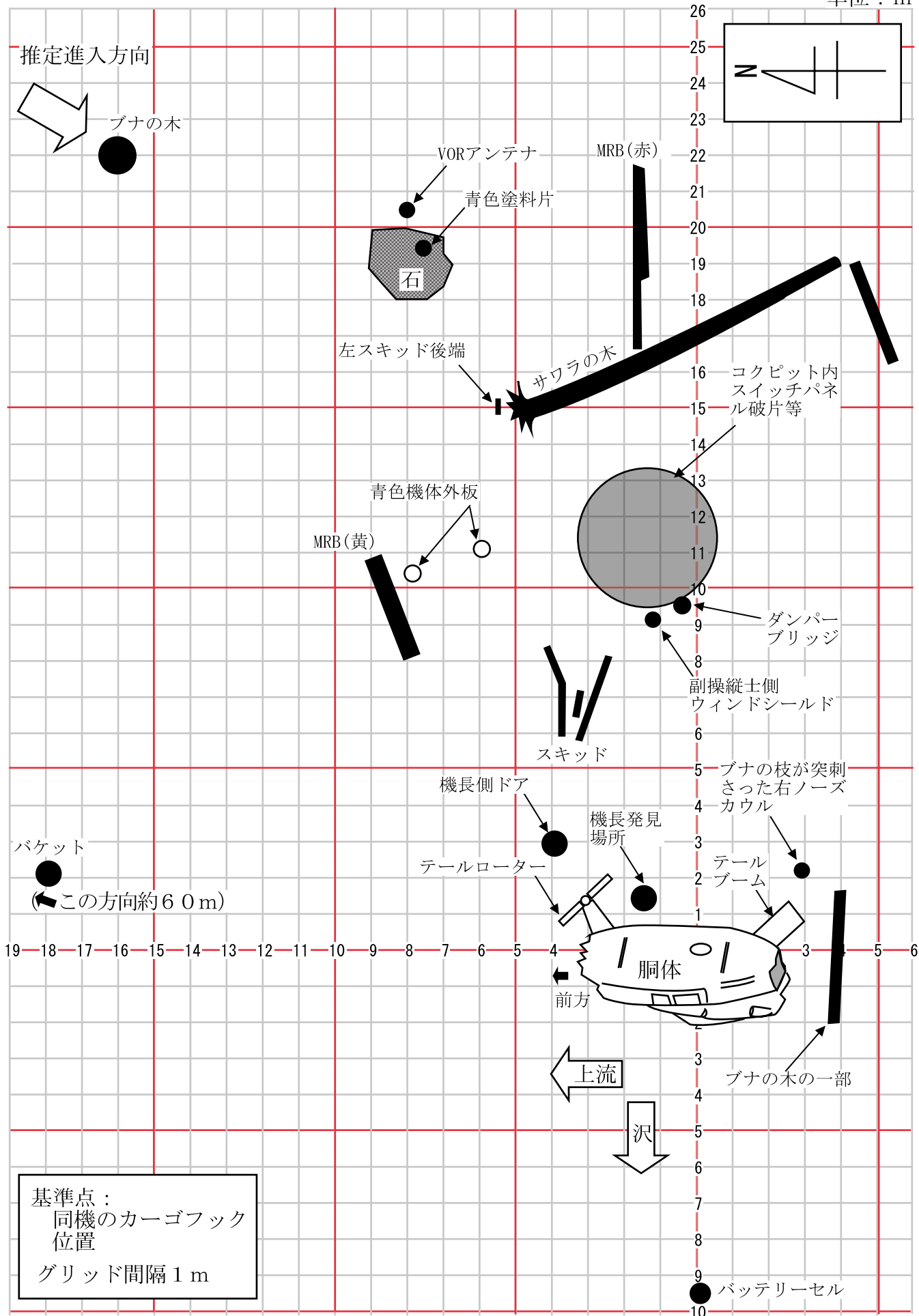
- 2 国土交通省航空局は、国際民間航空条約の付属書の改定により、航空機用救命無線機（ELT）に係わる国際装備要件が改められ、本年7月1日より適用されることに伴い、我が国においても航空法施行規則を改正し、回転翼航空機にあっても水上飛行の有無に関わらず1式の自動型ELTの装備を義務づけることとして、本年7月1日から施行した。

付図1 推定飛行経路図



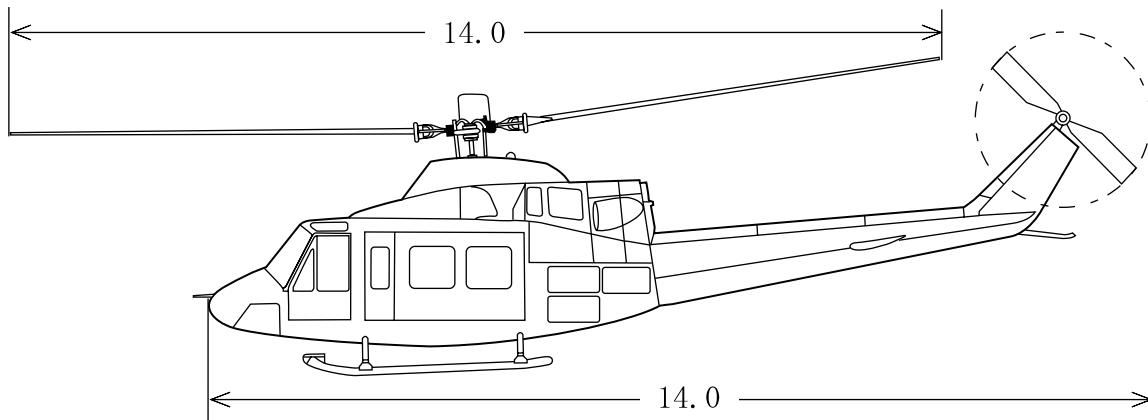
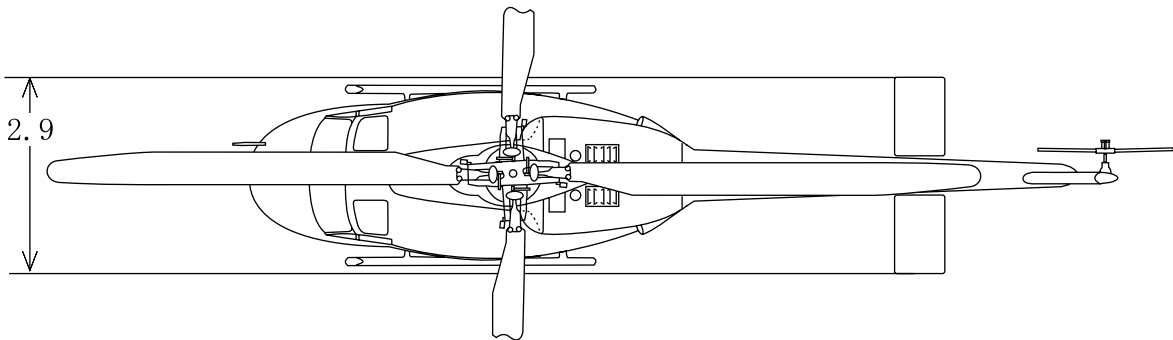
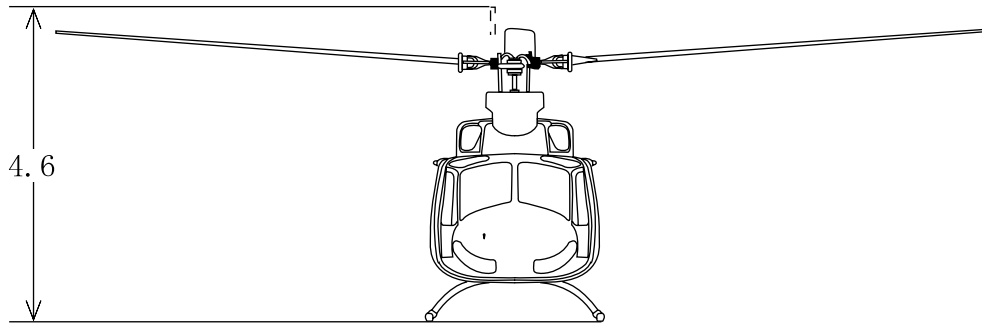
付図2 事故現場見取図

単位：m

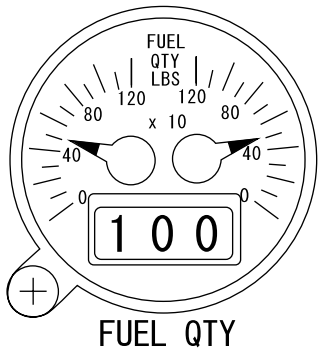


付図3 ベル式412型三面図

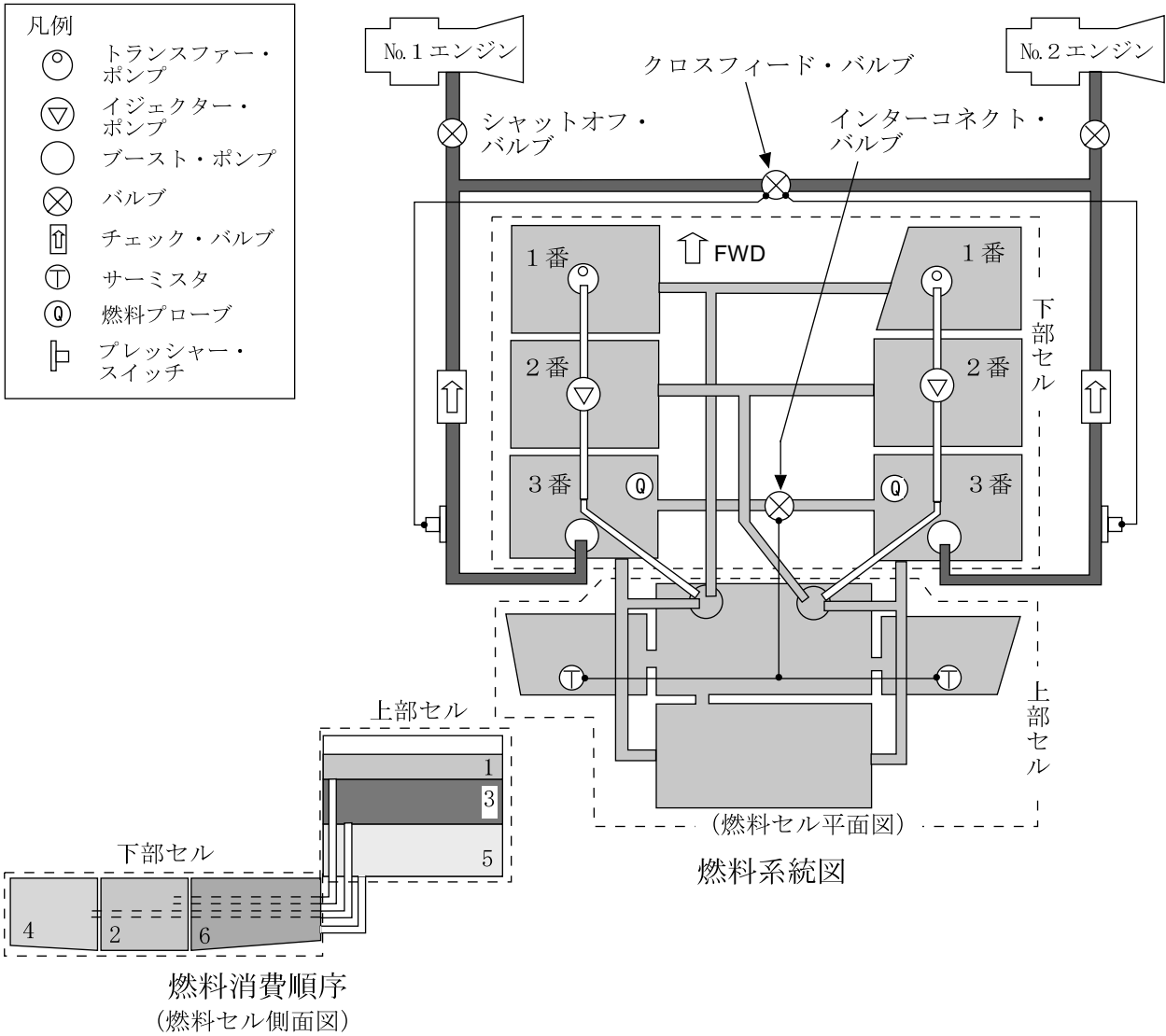
単位：m



付図4 燃料系統図

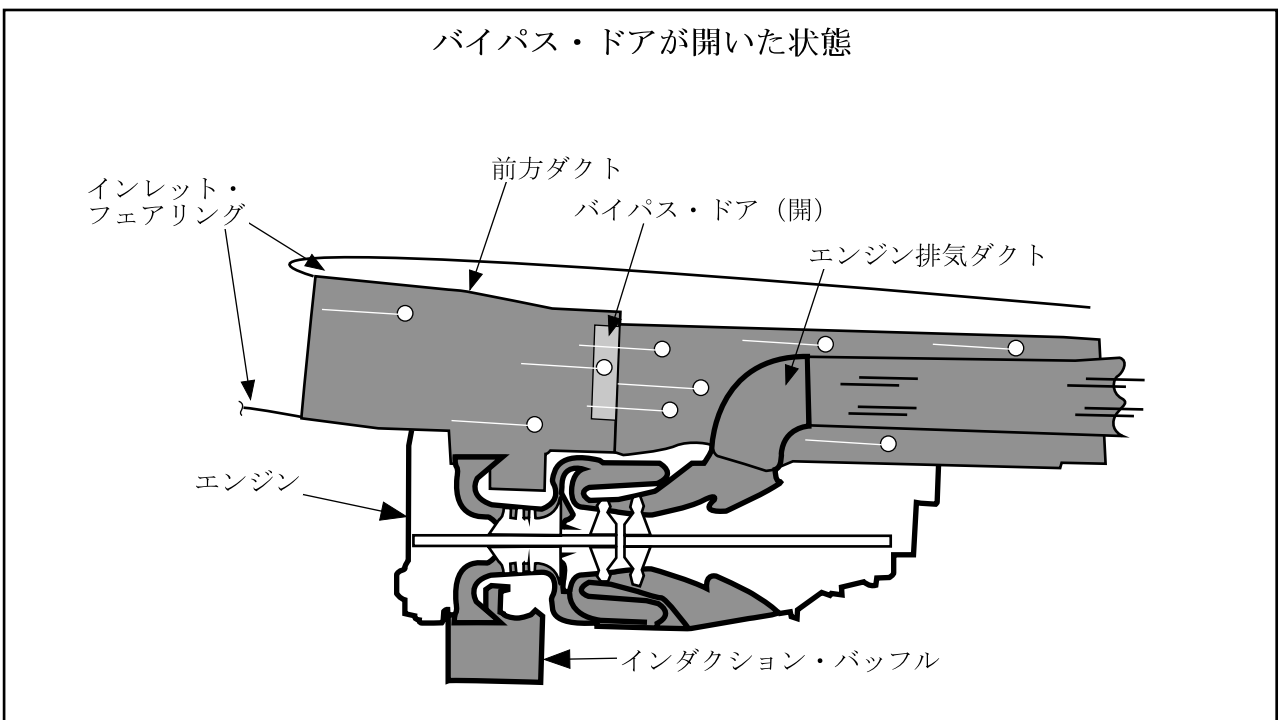
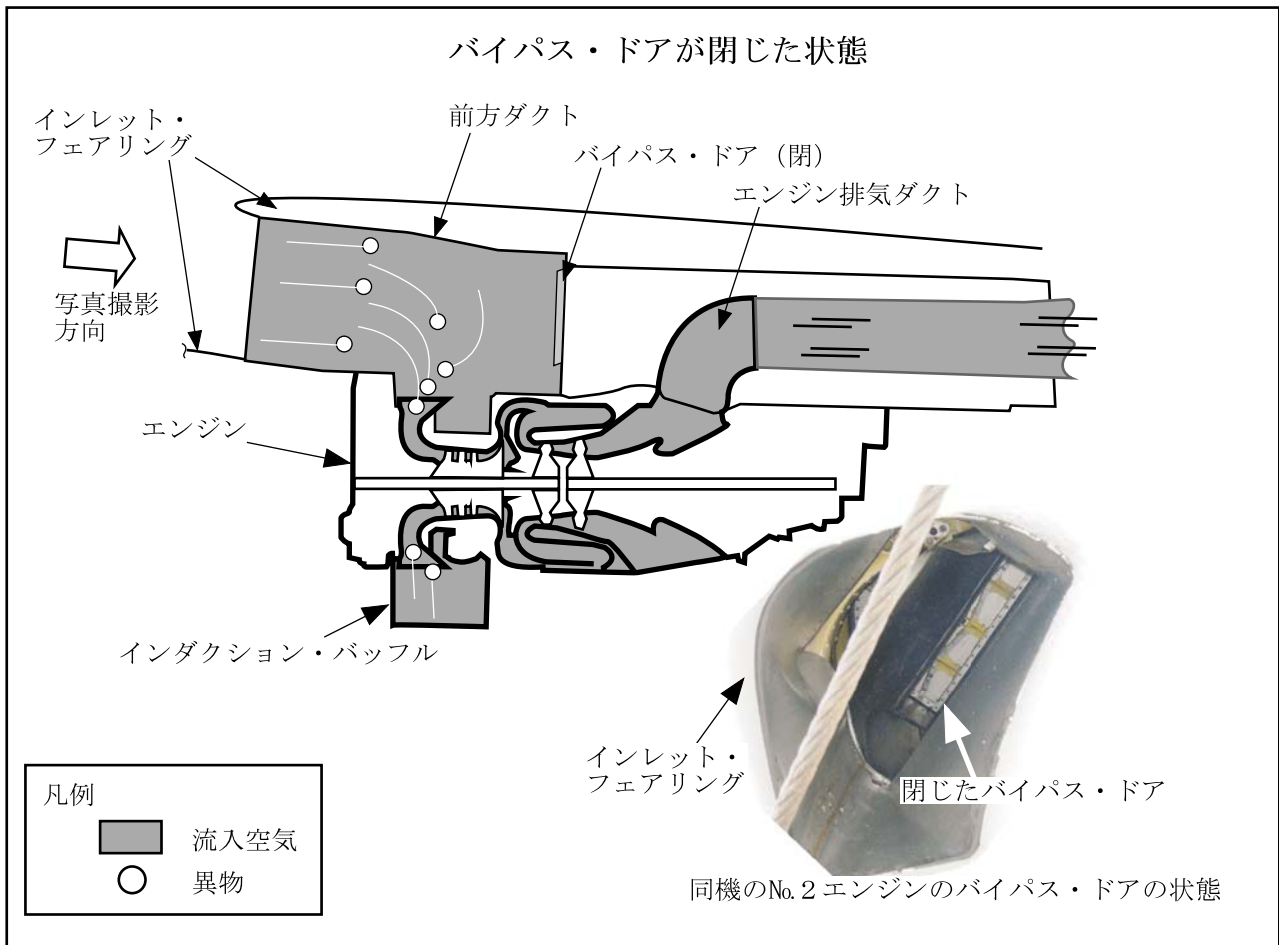


燃料制御パネル
(事故機のもの)



(Bell1412資料を基に作成)

付図5 パーティクル・セパレーター



Bell 412 Training Manual を基に作成

《参 考》

本報告書本文中に用いる解析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 事実を認定した理由」に用いる解析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

①断定できる場合

・・・「認められる」

②断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

③可能性が高い場合

・・・「考えられる」

④可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」