

AA2011-6

航空事故調査報告書

個 人 所 属 JA22NE

平成23年9月30日

運輸安全委員会

本報告書の調査は、本件航空事故に関し、運輸安全委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、運輸安全委員会により、航空事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減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。

運輸安全委員会
委員長 後藤 昇 弘

《参 考》

本報告書本文中に用いる分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 分 析」に用いる分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」
 - ・・・「可能性があると考えられる」

個人所属 J A 2 2 N E

航空事故調査報告書

所 属 個人
型 式 ロビンソン式R 2 2 B e t a 型 (回転翼航空機)
登録記号 J A 2 2 N E
発生日時 平成 2 2 年 8 月 1 日 1 4 時 0 1 分 ごろ
発生場所 熊本県山鹿市鹿本町

平成 2 3 年 8 月 1 9 日

運輸安全委員会 (航空部会) 議決

委 員 長	後 藤 昇 弘 (部会長)
委 員	遠 藤 信 介
委 員	石 川 敏 行
委 員	田 村 貞 雄
委 員	首 藤 由 紀
委 員	品 川 敏 昭

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

個人所属ロビンソン式R 2 2 B e t a 型 J A 2 2 N E は、平成 2 2 年 8 月 1 日 (日) 1 4 時 0 1 分 ごろ、慣熟飛行を終えて着陸進入中、熊本県山鹿市鹿本町御宇田^{やまがしかもとまちみうた}の蒲生場^{かもう}外離着陸場の北約 1 6 0 m の水田に墜落した。

同機には、機長及び同乗者 1 名が搭乗していたが、両名とも死亡した。

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

運輸安全委員会は、平成 2 2 年 8 月 1 日、事故発生 of 通報を受け、本事故の調査を担当する主管調査官ほか 1 名の航空事故調査官を指名した。また、平成 2 2 年 8 月 1 0 日、1 名の航空事故調査官を追加指名した。

1.2.2 外国の代表

本調査には、事故機の設計・製造国である米国の代表が参加した。

1.2.3 調査の実施時期

平成22年8月2日及び3日	現場調査及び口述聴取
平成22年8月4日及び5日	機体調査
平成22年11月16日	同機と同型の機体等に関する調査

1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者からの意見聴取は、機長及び同乗者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 事実情報

2.1 飛行の経過

個人所属ロビンソン式R22Beta型JA22NE（以下「同機」という。）は、平成22年8月1日、機長が右席に、同乗者が左席に搭乗して慣熟飛行のため壱岐空港を13時07分に離陸し、蒲生場外離着陸場（以下「蒲生場外」という。）に向け飛行を開始した。

同機の飛行計画の概要は、次のとおりであった。

飛行方式：有視界飛行方式、出発地：壱岐空港、移動開始時刻：13時10分、巡航速度：80kt、巡航高度：VFR、経路：唐津、目的地：蒲生場外、所要時間：1時間20分、飛行目的：慣熟飛行、持久時間で表された燃料搭載量：3時間30分、搭乗者数：2名

事故に至るまでの飛行の経過は、同機に搭載されていた携帯型GPSの記録及び目撃者等の口述によれば、概略次のとおりであった。

2.1.1 携帯型GPSの記録による飛行経過

13時07分	壱岐空港を離陸した。
13時56分	蒲生場外の西方約9kmにおいて高度約1,800ftから降

下を開始し、対地速度（GPSデータによる計算値、以下同じ。）は約78ktであった。

14時00分34秒 蒲生場外の西北西約900mを対地高度約300ftで通過した。対地速度は約65ktで降下中であった。

14時00分51秒 蒲生場外北側約170mをほぼ東西に走る市道121号線北側の電線上空付近に、対地高度約150ftで達した。対地速度は約63ktであった。その後、左側に偏移し、電線のほぼ真上を飛行しつつ、対地高度約150ftから対地高度約110ftまで降下した。

14時01分00秒 電線及び道路を右斜めに横断し、対地高度約60ftで降下中であった。

14時01分02秒 事故現場においてGPSの記録が終了した。

2.1.2 目撃者等の口述による飛行経過等

(1) 同機の前方を飛行していた操縦士（操縦士A）

操縦士Aは、同機の機長及び同乗者と同じ団体に所属しており、離陸前に同機のすぐ横で飛行前の準備や点検を行ったが、その間、同機に異常があったような様子は見なかった。

操縦士Aは、13時02分ごろ壱岐空港を離陸した後、同機が約5分後に離陸したことを無線を傍受して知った。飛行経路上の唐津上空で、同機の機長から操縦士Aの機体を視認し後続している旨の無線連絡を受けた。このとき、操縦士Aの機体の飛行速度は約80kt、飛行高度は約1,500ftであった。その後、約2,000ftに上昇し、佐賀空港上空を通過した。佐賀情報圏（佐賀空港の5nm圏内）を離れた後に、同機から目的地である山鹿市の方へ向かう旨の連絡を受けた。そこで同機と分かれて目的地の熊本空港に向かい周波数を変えたため、それ以降同機との交信はなかった。それまでに、同機から異常が発生したというような通話はなかった。

(2) 目撃者A

事故のあった日の天気は晴れで、視程も良かった。目撃者Aは、車の助手席に同乗し、事故現場の北側を東西に走る道路を東向きに走行していた。事故現場の約300m手前付近で、車の左上を飛んでいる同機を見た。すぐに同機は道路の左端にある電線の上を斜めに横切り、道路を越えてからほとんどそのままの速度で急角度に落ち始めた。車中であつたため音は聞いていない。同機は、頭をやや下げながら右に向くようにして落ちたように見えた。また、墜落する前のメインローター（以下「MR」という。）回転数が、そ

れまでと違い明らかに少なくなっているように見えた。

現場付近で停止して駆けつけると、ゴムの焼けるような強い臭いがした。同機は音がなく静かな状態で、右側を下にして横倒しになっていた。機内の左席に座っていた人に「大丈夫ですか」と大声で呼びかけると、少し反応が見られた。よく見ると右席にも人がいて、泥水につかっているような状態であった。現場に駆けつけた数名と力を合わせて同機の右側を持ち上げ、右席の男性を水から出した。シートベルトが先に外れた右席の男性を初めに、次いで左席の男性を運び出し、救急車に引き渡した。

(3) 目撃者B

目撃者Bは、事故現場の北西約200mにおいて同機が飛んでくるのを見た。同機は西（右）側から飛行してきて南側にある作業場屋根の上を東（左）向きに飛んでいった。木立等で視界が限られるため僅かな間だったが、同機は事故現場北側の道路より北側を飛んでいたように見えた。それから同機は、そのままの早い速度で右側に傾いて旋回するようになるところで見えなくなった。しばらくして、「パーン」というびっくりするような大きな音を聞いた。

本事故の発生場所は、蒲生場外の北約160mの水田（北緯33度00分54秒、東経130度44分03秒）で、発生時刻は14時01分ごろであった。

（付図1 推定飛行経路図、付図2 事故現場見取図、写真1 事故現場 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

機長及び同乗者の両名とも死亡した。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

大 破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

- | | |
|----------------------------------|-------|
| (1) 胴体 | 破損 |
| (2) テール・コーン | 破断、脱落 |
| (3) 降着装置 | 変形、破損 |
| (4) MRブレード | 変形 |
| (5) テール・ローター（以下「TR」という。）
及び尾翼 | 脱落 |
| (6) 操縦系統 | 一部破断 |

(7) エンジン
(写真2 事故機 (全体) 参照)

破損

2.4 航空機乗組員に関する情報

(1) 機長 男性 62歳

自家用操縦士技能証明書 (回転翼航空機) 平成9年11月12日

限定事項 陸上単発ピストン機 平成9年11月12日

第2種航空身体検査証明書

有効期限 平成23年8月1日

総飛行時間 866時間28分

(総飛行時間のうち、292時間03分は飛行機による時間)

最近30日間の飛行時間 5時間40分

同型式機による飛行時間 574時間25分

最近30日間の飛行時間 5時間40分

(飛行時間は、飛行日誌に記録されていた平成22年7月27日までの時間)

(2) 同乗者 男性 61歳

自家用操縦士技能証明書 (回転翼航空機) 平成11年8月26日

限定事項 陸上単発ピストン機 平成11年8月26日

第2種航空身体検査証明書

有効期限 平成22年10月5日

総飛行時間 不明

最近30日間の飛行時間 不明

同型式機による飛行時間 不明

最近30日間の飛行時間 不明

(飛行記録類が見付からなかったため不明である。)

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 航空機

型式	ロビンソン式R22Beta型
製造番号	2861
製造年月日	平成10年9月1日
耐空証明書	第大-21-469号
有効期限	平成22年11月24日
耐空類別	回転翼航空機 普通N
総飛行時間	663時間54分

定期点検 (100時間点検、平成21年11月15日実施) 後の飛行時間 51時間06分
(飛行時間は、飛行記録に記載された平成22年7月27日までの時間)
(付図3 ロビンソン式R22Beta型三面図 参照)

2.5.2 エンジン

型 式	ライカミング式O-360-J2A型
製造番号	L-36015-36A
製造年月日	平成10年3月2日
総使用時間	663時間54分
定期点検 (100時間点検、平成21年11月15日実施) 後の使用時間	51時間06分

(使用時間は、飛行記録に記載された平成22年7月27日までの時間)

2.5.3 重量及び重心位置

事故当時、同機の重量は1,280.3lb、重心位置は、縦方向で基準線後方248.5cm、横方向で右0.5cmと推算され、いずれも許容範囲(最大全備重量1,370lb、最小全備重量910lb、事故当時の重量に対応する重心範囲、縦方向で243～259cm、横方向で機体対称面から左5.5cm～右5.5cm)内にあったものと推定される。

2.5.4 燃料及び潤滑油

燃料は航空ガソリン100 (AVGAS100)、潤滑油はMIL-L-22851 (フィリップス20W-50)であった。

2.6 気象に関する情報

(1) 風向風速及び外気温度

事故現場の南側に続く平地部分に位置する気象庁菊池地域気象観測所、同^{ましき}益城地域気象観測所及び同熊本地域気象観測所における事故当日の13時50分から14時10分までの風向・風速及び外気温度の観測値は次のとおりであった(平均風速:過去10分間の平均風速、風速の単位はm/sをktに換算)。

① 菊池（事故現場南東約 8.7 km、標高 83 m）

時刻	13:50	14:00	14:10
平均風向	南西	南西	南西
平均風速	5.4 kt	5.3 kt	5.6 kt
最大瞬間風速の風向	西南西	南西	南西
最大瞬間風速	11.3 kt	12.3 kt	9.9 kt
外気温度	31.0℃	31.5℃	32.5℃

② 益城（事故現場南東約 22.5 km、標高 193 m）

時刻	13:50	14:00	14:10
平均風向	南西	西南西	西南西
平均風速	9.9 kt	10.3 kt	8.7 kt
最大瞬間風速の風向	南西	西南西	西
最大瞬間風速	15.9 kt	15.0 kt	15.0 kt
外気温度	31.7℃	31.6℃	30.8℃

③ 熊本（事故現場南約 22.5 km、標高 38 m）

時刻	13:50	14:00	14:10
平均風向	西南西	西南西	西南西
平均風速	10.8 kt	11.3 kt	11.5 kt
最大瞬間風速の風向	南西	西南西	南西
最大瞬間風速	16.9 kt	17.5 kt	18.3 kt
外気温度	32.4℃	32.3℃	32.4℃

(2) 密度高度

事故現場に最も近いほぼ同標高の菊池における当時の外気温度（約 32℃）から事故現場の標高 69 m（226 ft）における密度高度*1を算出すると、約 2,200 ft となった。

2.7 事故現場及び残骸に関する情報

2.7.1 事故現場

(1) 蒲生場外の概要

蒲生場外は、熊本平野の北側に続く平地部分の北端にある水田地帯に位置しており、標高は 69 m である。離着陸地帯は、1 辺約 10 m 四方の草地で、

*1 「密度高度」とは、標準大気の空気密度と比較して同じ値が得られるような標準大気で示される高度であり、ヘリコプターのエンジン性能及び飛行性能等に影響を及ぼす。

許可を受けた進入方向は磁方位020°及び200°であった。

離着陸地帯の北側約170mには東西に延びる市道121号線が、東側約120mには南北に延びる県道197号線があり、それぞれの道路に沿って地上高約12m(約40ft)の電柱が設置されていた。

また、許可を受けた進入区域を飛行して200°方向に着陸する場合は、市道121号線の北側にある集落の上空を通過し、その後約50mの間隔を置いて設けられたビニールハウス間の上空を通過する位置関係になっていた。

離着陸地帯には、吹き流しが設置されていた。

(付図1 推定飛行経路図、付図2 事故現場見取図、写真1 事故現場参照)

(2) 事故現場の状況

事故現場は、蒲生場外の北約160mに位置する水田で、水が張られてぬかるんだ状態であった。

市道121号線から南側約12mの地点に直径約5m、深さ約30cmのくぼみがあり、同機はそこから約7m東側に機首を西側に向けた状態で右を下にして横倒しになって停止したが、乗員を救出する際に直立状態にされた。

くぼみと機体の延長線上約6mの位置に破断したテール・コーン及びTRがあり、機体の周辺には細かい破片等が散乱していた。

(付図2 事故現場見取図、写真1 事故現場参照)

2.7.2 損壊等の細部状況

(1) 降着装置、胴体及びテール・コーン

前方のクロスチューブ*2が胴体の底面に食い込んで変形し、後方のクロスチューブが中央部分で破断していたため、左右スキッドの幅は外側に開いていた。

また、右側のスキッドは、前方のストラットとの接合部で破断し、後部ストラットとの接合部を支点に回転していた。

操縦室は、前部風防が脱落し、下部計器板及びコンソールが左側に変形していた。

テール・コーンは、胴体から1/3付近でやや右側の下方向に折れ曲がり破断していた。破断面は、胴体の前方に引きちぎられたようになっていた。

(写真1 事故現場、写真2 事故機(全体)参照)

*2 「クロスチューブ」とは、スキッド・タイプの降着装置の中で、スキッドの上に設けられ、たわみによって着陸の衝撃を吸収する胴体の台座的な部分である。

(2) エンジン及び駆動系統

- ① 外観に大きな損傷は見られなかったが、スロットルの制御系統が左座席下部で固着し、スロットルアームは拘束状態であった。
 - ② エンジンを手回しすると、拘束なく回転した。
 - ③ クーリング・システムのファンホイール・アッシイにあるスリップ・マーク^{*3}の位置が、エンジンが過回転したときに見られる位置にずれていた。
 - ④ 4本のシリンダーの下側点火栓は、完全に燃焼し乾燥した状態であったが、粒状の泥粉が付着していた。
 - ⑤ 1番及び3番シリンダーの内部は、吸気管側に湿った泥が付着していたが、排気管側は完全に燃焼し乾燥した状態であった。
 - ⑥ エンジンの潤滑油は規定量が入っており、その分析調査を行った結果、品質に異常はなかった。
 - ⑦ 2本の駆動ベルトは、クラッチ・アッセンブリーのアッパー・シェーブ^{*4}から外れ、そのうちの1本がベルトの谷状の部分で縦に裂けていた。
 - ⑧ アッパー・シェーブの手回しでは、MRシャフトが拘束等なく回転した。
 - ⑨ MRのギヤボックス内には、規定量の潤滑油が入っていた。当該潤滑油を分析調査した結果、品質に異常はなかった。
 - ⑩ エンジン回転数信号をエンジン回転計とRPMガバナー・システム^{*5}に送る電線のコネクタが、結合部分で分離していた。
- (写真3 事故機 (エンジン) 参照)

(3) MR及びTR

- ① MRブレードは、2枚とも回転方向に対しやや後方に湾曲し、表面にはしわが入っていたが、亀裂や擦過痕は見られず、泥等の付着もほとんどなかった。
- ② サイクリック・スティックは左右の操縦席に装着されており、これらにより拘束等なくMRのスワッシュ・プレートをコントロールすることがで

*3 「ファンホイール・アッシイにあるスリップ・マーク」は、エンジン駆動のシャフトに空冷用のファンホイール・アッシイをナットで取り付けた位置を示しており、その位置ずれによりエンジンが過回転したことを確認できるようにしている。

*4 「アッパー・シェーブ」は、クラッチ・アッセンブリの上部にあり、下部にあるエンジン駆動のローワー・シェーブとVベルトで連結され、MR及びTRを回転させるドライブ・シャフトを駆動するものである。

*5 「RPMガバナー・システム」とは、エンジン回転数を101～104%に維持するように働くスロットルの電子的なコントロール・システムである。このシステムは、スロットル・グリップにつながるスロットルの機械的なコントロール系統を電動モーターにより動作することにより機能する。

きた。

- ③ コレクティブ・ピッチレバー（以下「C/P」という。）は、ほぼフルダウンの位置となっていた。

C/Pにより拘束なくMRブレードのピッチ角制御系統を操作できた。

- ④ MRブレード制御系統の一部である2本のピッチリンクのうち、1本が破断していた。

独立行政法人宇宙航空研究開発機構の協力を得て破断面を調査した。その結果、当該部分に疲労破壊の場合に現れる兆候は見当たらなかった。

- ⑤ TRを制御するラダーペダルは、左側を一杯踏み込んだ位置にあり、変形したコンソールと接触するため、その位置からほとんど動かさない状態になっていた。

（写真2 事故機（全体） 参照）

(4) 燃料系統

燃料タンクには、約580の燃料が残っていた。

燃料フィルターには粒状のゴミが若干付着していたものの、目詰まり等は見られなかった。

燃料を分析調査した結果、品質に異常はなかった。

(5) 飛行計器

操縦席の計器は、外観上、破損しているものはなかったが、時計は14時01分で停止していた。

高度計の気圧設定値は、29.82 inHg（離陸時の老岐空港及び上空通過時の佐賀空港気圧：29.81 inHg）であった。

2.8 医学に関する情報

熊本県警察本部が行った解剖の結果、機長及び同乗者の死因は、多発外傷による外傷性ショック死と推定された。

また、両名ともにアルコール反応及び薬物反応は見られず、手首及び足首に骨折はなかった。

2.9 捜索及び救難に関する情報

14時01分、事故現場を通りかかった目撃者により消防署に事故通報がされた。

目撃者とその後に現場を通りかかった者数名により、操縦席の右席から機長が、次いで同左席から同乗者が機外に搬出され、14時09分及び14時19分に現場に到着した2台の救急車にそれぞれ収容された。その後、収容先の病院において両名の死亡が確認された。

2.10 事実を認定するための試験及び研究

2.10.1 携帯型GPS受信機の調査

機長により機内に持ち込まれていたと考えられる携帯型GPS受信機についての解析調査を行った。

- (1) 事故当日の離陸時から事故発生時までの飛行データが残されていた。
- (2) 事故以前12回の飛行データが残されていた。この中から空港の滑走路に対し2回、場外離着陸場の離着陸地帯に対し7回、計9回の着陸データと事故時の着陸データを比較し、表にまとめた。

(付図4 同機の過去の飛行データとの比較表 参照)

2.10.2 同機と同型の機体に関する調査

(1) 操縦等に関する聞き取り調査

同機と同型の機体（以下「同型機」という。）を運航して操縦教育を行っている操縦教官に対し同型機の操縦等に関して聞き取り調査を行ったところ、その概要は次のとおりであった。

- ① 同型機の最終進入は、通常、飛行規程にあるように風に正対して対地高度300ft、対気速度60ktから開始する。進入角は通常8°とし、約600mの直線経路上で速度と高度をスムーズに減少させてホバリングに移るようにするのが基本である。

通常であれば、最終進入の中間地点（対地高度150ft）の対気速度は、概ね30ktとなる。

- ② 仮に最終進入の中間地点まで減速することなく60ktを保っていた場合、その位置から残り300m程度で急減速してホバリングに移るには、C/Pを降下位置（吸気圧力約15inHg）から更に下げてアイドル（吸気圧力約12inHg）付近とし、降下率を増やした後に大きく機首上げをして急減速するような操作が必要となる。これは通常の操作とは大きく異なり困難を伴うため、着陸を継続するのではなく、復行すべきと考える。
- ③ 横風成分を持った状況で進入中に風の息があると、風速の変化に伴いヨーイングが発生する。それを止めようとして左ラダーを強く踏むとMRの回転が一時的に低下することがあるので、注意を要する。
- ④ MRの回転が低下した場合は、直ちにスロットルを開き、C/Pを下げ、速度を利用して回転の回復を図る。

低回転のままC/Pを引き上げるとすぐに必要馬力が利用馬力を超えるオーバーピッチングとなり、RPMガバナーが作動する前に回転が急激に

低下し、揚力をほぼ喪失する破局的なMR失速に陥ることがあるので注意を要する。

(2) エンジン出力に関する調査

同機のスロットル制御法は、スロットル・グリップの回転によるものと、C/Pを上げ下げすることにより作動する同調機構によるものの2通りがある。この双方について、同機スロットル・アームの固着位置と同型機のスロットル・アームの位置を合致させることにより、墜落時の同機のスロットル設定位置の状況を確認した。

① エンジンを停止した状態で、C/Pを事故現場で確認した、ほぼフルダウンの位置にし、スロットル・グリップによりスロットルを徐々に開いて同機のスロットル・アーム位置に合致させたところ、それは全開の約半分位置になった。

② エンジンを運転した状態で、C/Pをほぼフルダウンの位置にし、スロットル・グリップによりスロットルを徐々に開いて同機のスロットル・アーム位置に合致させようとしたところ、エンジン回転数が制限値(104%)を超えるため、設定できない位置であることが判明した。

③ エンジンを運転した状態で、C/Pをフルダウンの位置から徐々に引き上げ同調機構によりスロットルを開き、同機のスロットル・アームの位置に合致する位置を確認した。

その結果、同型機のC/Pは、全量の約半分まで引き上げた位置となり、その出力は、対地高度約1mでホバリングを保てる吸気圧力約2.1 inHg(連続最大約2.2.5 inHg)となった。

(付図5 スロットル制御系統図 参照)

2.1.1 その他必要な事項

2.11.1 蒲生場外における着陸の実績

同機の航空日誌及び機長の飛行日誌によれば、機長は平成14年11月3日から事故前日までの間に、蒲生場外において合計22回の着陸(過去5年間は年平均約2回)を行っていた。なお、同乗者については、記録が見付からないため不明であった。

2.11.2 蒲生場外における着陸の状況

過去に同機が蒲生場外に着陸した際の状況は、目撃した付近の住人等2名によれば次のとおりであった。

同機が南側に着陸するのを過去にそれぞれ5回程度見たことがある。ヘリポート

に南側に向かって着陸するときは、いつも電線及び道路の南側を西から進入し、水田の上で高度と速度を下げた後、ゆっくりと右に旋回し進入していた。今回の墜落地点よりももう少し手前で速度を落とし、高度も下げているようであった。

また、ビニールハウスに被害を与えないように、ビニールハウスの間をゆっくりと通ってからヘリポートに着陸していた。

同機が南側に向いて着陸するときに、市道北側にある集落の上を飛んで直線的に進入し着陸するのは見たことがなかった。

2.11.3 飛行規程の記載事項

同機の飛行規程「第3章 非常操作」、「第4章 通常操作」及び「第10章 安全運航への助言」には以下の記載がある。(抜粋)

(1) 非常操作

3-19 低回転警報音及び注意灯

警報音と注意灯の点灯はローターの回転数が安全回転数未満であることを示す。回転数を復元するために、直ちにスロットルを開きコレクティブを下げる。前進飛行中はこれに加えてサイクリックを後方に操作する。コレクティブ・コントロールをフル・ダウンにした場合は警報音及び注意灯は作動しない。

(2) 通常操作 (最終進入)

4-13 進入と着陸

(1) 風に正対し、実用上最低降下率にて、対気速度60KIASから最終進入を行う。

(2) 対気速度と高度をスムーズに減じてホバリングする。(対気速度を30KIAS未満に減速するまでに降下率300ft/m未満であることを確認する。)

(以下略)

(3) MRの失速

① 4-10 (中略)

「注意」

(中略) 破局的なローター失速はローター回転数が80%に高度1000ft当たり1%を加えた回転数未満に低下した場合に発生する。

② 耐空性改善通報による追加事項

操縦者が以下の情報に精通し奨励される手順に従うことを強く勧告する。

(1) ローターの失速

ローターの失速には多くの要素が寄与するため、操縦者はこれらに精通しなければならない。ローター・ブレードの過大な迎角を生じるいかなる飛行状態も失速の要因となる。ローターの回転数低下、過度な操縦操作、高コレクティブ角（上昇中又は高速飛行中における高密度高度との遭遇もしくは利用馬力を超えるオーバー・ピッチングの結果生じることが多い）並びにローター低回転警報ホーン及び警報等に対する反応の遅れにより、ローターの失速に至る。（以下略）

③ セーフティー・ノーティス

SN-24 低回転によるローター失速は致命的

（中略）

ローターの失速はいかなる速度でも発生し、ローターが失速するとヘリコプターを支えるために必要な揚力が発生しなくなり、機体は文字通り空から落下していくことになる。（中略）

40～50ftAGL以上で発生した場合は、ほぼ致命的である。（中略）

ブレードの翼型は、臨界角になると失速し、急激に揚力を失い抗力が急増する結果となる。

増加したブレードの抗力は、巨大なローター・ブレーキのように作用し、ローター回転数を急速に低くし、ローターの失速をさらに助長する。

ヘリコプターが落下を始めるにつれて、急速な上向きの空気流がゆっくり回転しているブレードの迎角をさらに大きくし、たとえコレクティブをフルダウンにしても、回復は事実上不可能となる。（中略）

ヘリコプターが落下を始めると、テール下面の空気の上向きの流れは、航空機の姿勢を機首下げの方向に作用する。

2.11.4 回転翼航空機の解説資料記載事項

「操縦教育教本」東謙一、土屋正興、梶川龍蔵、中島巖共著（鳳文書林出版販売株式会社 1990年）には、次の記述がある。（抜粋）

(1) ラダー・ペダルの操作時の影響

7-1-3 操縦装置の操作法

（中略）

2. アンチ・トルク・ペダル^{*6} 頁（461-462）

（中略）

どんな小さいパワーの変化であっても、機体にはトルクの変化とし

*6 「アンチ・トルク・ペダル」は、ラダーペダルと同意である。

て作用する。そのためアンチ・トルク・ペダルは、コレクティブ・ピッチレバーを使用する場合、常に調和して使用⁷されなければならない。このことは、非常に重要なことである。

また反対にラダー・ペダルを使用することにより出力に影響がある。例えば、左ラダー・ペダルを踏むとパワーの増加が必要となり、右ラダー・ペダルを使用するときは、パワー減が必要となる。

(2) 進入

7-7-1 概説

(中略)

2 通常の進入 頁(511)

約8度の降下角でパワー・グライドによる進入を行い、目標上でホバリングに移行する。

7-7-3 通常進入 頁(513)

通常進入を対地高度300ftから8度の降下角で行うとすれば、ホバリング・スポットから最終進入開始点までの距離はおおむね640mである。(以下略)

3 分析

3.1 乗員の資格等

機長及び同乗者は、ともに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 航空機の耐空証明等

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 気象との関連

2.1.2の口述にあるように、事故発生当時、事故現場の天気は晴れで、視程は良好であったものと推定される。

また、2.6(1)に記述したように、事故現場の南側に続く平地部分に位置する菊

*7 「調和して使用」とは、C/Pの操作に応じて行うラダー・ペダルの適切な操作法をいう。C/Pを下げる場合、MRのトルクが下がり、上から見て反時計回りのMRを持つ機体は、この反作用で機首が左へ向こうとするため、右ラダーを踏んで機首の偏向を防ぐ。同様にコレクティブ・ピッチレバーを引き上げる場合は、逆に左ラダーを踏む必要が生じる。

池、益城及び熊本の地域気象観測所における事故前後10分ごとの観測値全てに平均風の2倍に近い瞬間最大風が観測されていた。このことから、事故現場の風については、最も近い菊池地域観測所における観測値を考慮すると、平均風は南西から約5～6kt、瞬間最大風は南西から約12～13ktであり、比較的弱い風の中に時々強い風の吹く状況が繰り返す、風の息がある状況であったものと考えられる。

3.4 操縦者

2.7.2(3)に記述したように、操縦装置は左右の操縦席にそれぞれ装備されており、機長が右席に、同乗者が左席にそれぞれ搭乗していた。

また、2.8に記述したように、事故発生時に操縦装置から操縦していた者に伝わる衝撃荷重により生じる可能性があった手足首骨折等の負傷が、機長及び同乗者双方に見られなかった。

これらのことから、事故当時、操縦に従事していた者（以下「操縦者」という。）は、機長又は同乗者のいずれかを特定することはできなかった。

3.5 機体の状況

2.3.2及び2.7.2に記述した同機の損傷は、次のとおりいずれも同機が墜落したときに加わった外部からの力により発生したものであり、事故発生直前まで同機に異常はなかったものと推定される。

機体の損傷状況から、同機はMRの回転数が大きく低下した状態で、機体の水平方向及び垂直方向への大きな速度のまま、やや機首を下げ右側から先に接地したものと推定される。

(1) 降着装置及び胴体

前方クロスチューブの胴体底面への食い込み、後方クロスチューブの破断及び左右スキッド幅の開きは、墜落時に機体の垂直方向に加わった荷重により損傷したものと推定される。

また、右側のスキッドの前方ストラットとの接合部の破断及び後部ストラットとの接合部を支点にした回転は、同機がやや機首を下げ右側から先に接地したときに機体の水平方向に加わった荷重により発生したものと推定される。

(2) テール・コーン

テール・コーンは、同機がやや機首を下げ右側から先に接地したときに機体に加わった垂直荷重でやや右側の下方に折れ曲り、機体の水平方向に加わった荷重で前方に引きちぎれるような形で破断、脱落し、最初の接地点と考えられるくぼみから約13m前方まで投げ出されたものと推定される。

(3) エンジン

- ① 同機の駆動ベルトは、墜落の衝撃でクラッチ・アッセンブリーから外れたものと考えられる。またこれにより、エンジンにかかっていたMR及びTRの負荷がなくなって、エンジンの過回転が発生したものと考えられる。なお、点火栓、吸気管及び排気管の状況から、エンジンは機体が水田に横倒しになってから泥と水を吸い込み停止したものとして推定される。
- ② エンジンの出力コントロール系統が左座席下部で固着していたのは、機体が墜落した際に瞬間的に生じた床面の変形によるものとして推定される。したがって、この固着位置は墜落時のスロットル位置を示しているものとして推定される。
- ③ RPMガバナーに信号を送る電線のコネクタは、墜落の衝撃が加わった際にコネクタ設置場所に発生した圧縮と引っ張りの作用により接合部で分離したものとして推定される。

(4) MR及びTR

- ① 墜落の衝撃によりエンジンとの接続が外れたMRは、その直後に水田と接触、停止し、変形が生じたものとして推定される。

2.7.2(3)に記述したように、MRの損傷は僅かであり、一般的にMR高速回転時に地面と接触したときに生じるようなささくれ立った亀裂や破損が全く見られないことから、墜落時のMRの回転数はかなり低く、接地時すぐに停止したものとして推定される。
- ② 2.7.2(3)④に記述したように、破断したMRのピッチリンクに疲労破壊の場合に現れる兆候は見当たらなかったことから、破壊は、一時的に作用したと考えられる荷重により比較的短時間に最終破断に至ったものとして推定される。

したがって、MRピッチリンク1本の破断は、機体が墜落した際に受けた衝撃荷重により短時間に発生したものと考えられる。
- ③ 2.7.2(3)⑤に記述したように、左ラダー・ペダルは、墜落時に最大限まで踏み込まれていたものとして推定される。

3.6 事故発生時のエンジン制御の状況

2.7.2(3)③に記述したように、同機のC/Pは、事故現場ではほぼフルダウンの位置にあったが、この位置は、2.10.2(2)②に記述したようにエンジン回転数の制限値を超える位置となる。このことは、3.5(4)①に記述したように、墜落時にかなり低回転であったと推定されるMRの状況に合致しない。

また一般的に、操縦士は、地面に衝突前にはC/Pを引き上げて瞬間的に揚力増加を試みるものと考えられることから、同機のC/Pが、衝突時までほぼフルダウンの

位置にあった可能性は低いものと考えられる。

これらのことから、墜落時のC/Pは、2.10.2(2)③に記述したように、地上付近でホバリングできるほどの位置まで引き上げた状態であり、これが墜落の衝撃によりほぼフルダウンの位置に移動したものと考えられる。

3.7 事故発生までの状況

3.7.1 進入経路

2.1.1に記述したように、携帯型GPSの記録によれば、同機は蒲生場外へ向けて西北西方向から概ね真方位100°で進入してきていた。これは直線的に蒲生場外の北側の水田付近に向かうコースとなっている。

同機は、当日の気象状況から蒲生場外における風を南寄りと判断し、南側に向けて着陸しようとしていたものと考えられる。

3.7.2 最終進入経路

2.11.2の口述から、同機はこれまで南側に向けて着陸する場合、蒲生場外北側にある集落の上から直線的に許可を受けた進入区域を飛行する最終進入経路を用いることなく、離着陸地帯の北側約170mを東西に走る市道121号線及び電線の南側をこれと平行に東側に向かう最終進入経路を飛行していたものと考えられる。それらの飛行において同機は、東向きに水田の上で高度と速度を下げホバリングした後、南に方向を変えて地上滑走（エアタクシー）状態で離着陸地帯へ移動し南向きに着陸していたものと考えられる。

2.1.1に記述したように、同機は事故時にも、これまでと同様、許可を受けた進入区域を飛行する最終進入経路を用いることなく、東向きに進入していたものと推定される。ただし、事故時はこれまでと異なり、道路の南側ではなく北側を進入してきたため、離着陸地帯の手前で電線及び道路を横切る必要があったものと推定される。

同機が許可を受けた進入区域を飛行することなく東向きに進入していた理由については、騒音を考慮して市道121号線の北側にある集落上空の飛行を避けていた可能性が考えられるが、特定することはできなかった。

3.7.3 最終進入から墜落までの状況

(1) 進入角度

2.1.1に記述したGPSデータを基に最終進入経路を解析すると、同機は蒲生場外の西北西約900m、対地高度約300ftで最終進入を開始してから最終進入の中間地点である対地高度約150ft（電線付近上空）に達する

まで、約5°の一定の進入角で進入してきたものと推定される。

その後、同機が従来どおり離着陸地帯の北側でホバリングしてから着陸するためには、最終進入の中間地点からホバリング位置まで約330mの進入角を約8°に増やす必要があったものと推算される。

これは、2.11.4(2)に記述したように、一般的にヘリコプターが用いる進入角であった。

(2) 進入速度

2.1.1に記述したように、同機は最終進入開始地点の対地高度約300ftを対地速度約65ktで通過し、最終進入の中間地点となる電線上空付近の対地高度約150ftでは対地速度約63ktとしていた。これらは現場の平均風を南西から5～6ktとすると、対気速度がそれぞれ約63ktと約61ktと推算される。

このうち、最終進入の開始速度(約63kt)は、2.11.3(2)に記述した同機の飛行規程に定められた対気速度60ktに近く正常なものであった。

一方、最終進入の中間地点における速度(約61kt)は、2.10.2(1)①に記述したように、通常であれば30kt程度に減速すべきものと考えられる。

「付図4 同機の過去の飛行データとの比較表」により150ftの位置における平均速度を計算すると、A空港で高速進入した1回を除き、約31ktであった。

しかし、事故時の同機は、最終進入の中間地点までほとんど減速することなく、通常の約2倍の速度(約61kt)を保っていたものと推定される。ただし、その理由については、特定することができなかった。

(3) 墜落の状況

① 2.1.1に記述したように、同機は最終進入の中間地点(対地高度約150ft)を通過後左へ偏移し、電線のほぼ真上を対地高度約110ftまで降下して飛行した後、右へ偏移しつつ対地高度約90ft付近から降下率が徐々に増大し、対地高度約60ft付近で電線(約40ft)及び道路を斜めに横断した後、墜落したものと推定される。

② 2.1.2(2)に記述したように、同機は道路を越えてからほとんどそのままの速度で急角度に落ちた旨述べられていることから、対地高度60ft前後から降下率が急増したものと推定される。

③ 同機は、次のことから、それまで一定の進入角で進入してきたと推定される最終進入の中間地点以降にMRが低回転となり、降下率が増大し始めた対地高度100ft前後からMRの回転数が急激に低下して、2.11.3(3)に記述したMRの失速が始まったものと推定される。

- a 墜落前に降下率が急激に増えていること。
 - b 3.5(4)に記述したように、同機が墜落したときは、MRの回転数がかなり低くなっていたものと推定されること。
 - c 2.1.2に記述したように、同機は頭をやや下げながら右に向くようにして墜落した旨述べられていること(2.11.3(3)③に記述したように、MRが失速すると機体は揚力を失って落下し、テール下面の空気の上向きの流れは、航空機の姿勢を機首下げの方向に作用する。また、TR回転の低下によりTR機能が低下し、左ラダーを踏み込んでいても、MRの反トルクにより生じる右への機首偏向を十分に止めることができなくなると考えられる。)
- ④ 同機は、最終的にMRの揚力をほぼ喪失する破局的な失速により操縦不能になったため、減速できないまま、大きな降下率で地面に墜落したものと推定される。

3.7.4 MR低回転及びMR失速の状況

最終進入の中間地点付近で速度が通常より大きく超過している場合、一般的には着陸を復行するものと考えられるが、目撃者の口述及び携帯型GPSのデータから、同機がこの時点で復行しようとした形跡はなく、着陸を継続したものと考えられる。

(1) 着陸操作

同機がこの状況で着陸する場合、中間地点における通常約2倍の速度(約61kt)を通常約330m内で急減速してホバリングに移る必要があった。

この場合、同機はC/Pを降下位置から更に下げて降下率を増やし、その後、大きく機首上げを行って急減速するような操作が必要になったものと考えられるが、2.10.2(1)②に記述したように、これは通常約2倍の速度(約58kt)から着陸ホバリングに移行するまでに通常約2倍の距離(約600m)を要していた。

なお、「付図4 同機の過去の飛行データとの比較表」に記述したように、事故時と同様の高速進入であったA空港への進入時の飛行データを解析すると、同機は中間地点における通常約2倍の速度(約58kt)から着陸ホバリングに移行するまでに通常約2倍の距離(約600m)を要していた。

(2) MR低回転の発生状況

- ① 操縦者は着陸のため、最終進入の中間地点(電線の上空付近高度約150ft)付近で、C/Pを降下位置から更に下げた可能性が考えられる。
- ② 2.1.1及び「付図1 推定飛行経路図」に記述したように、同機は14時00分51秒に最終進入の中間地点を通過後、同53秒ごろから電線を

斜めに横切るコースを外れて左側に偏移し、電線のほぼ真上を飛行したものと推定される。

- ③ 3.3に記述したように、当時事故現場付近では平均風速の2倍に近い右からの瞬間最大風が観測されていたことから、飛行経路の左側への偏移は、その影響により左側（風下側）に流されたことによる可能性が考えられる。

また2.10.2(1)③に記述したように、右からの瞬間最大風の影響で、風見効果による右ヨーイングが発生した可能性が考えられ、操縦者は、姿勢を保持するように左ラダーを踏み込んで右ヨーイングに対処した可能性が考えられる。

- ④ 2.11.4(1)に記述したように、一般的に左ラダーを踏むとTRの負荷増大に伴い出力の増加が必要となる。

同機がヨーイングに対処した時点のエンジン出力は、C/Pを降下位置から更に下げアイドルに近い低出力の状態になっていた可能性が考えられる。アイドルに近い低出力の状態でも強く左ラダーを踏み込んだ場合、TR負荷の増大により必要馬力が利用馬力を超え、エンジン及びMRの回転数が一時的に低下し、これに伴い、降下率が更に増加した可能性が考えられる。

(3) MR失速の状況

- ① 「付図1 推定飛行経路図」に記述したように、同機は、中間地点以降電線のほぼ真上を飛行することになった状況で降下率が增大したまま降下を続けると、下方に位置する電線に急接近するため、操縦者はこれを回避しようとして一度下げたC/Pを2.10.2(2)③に記述した高度1mでホバリングできる出力の位置まで引き上げ、さらにこの際、通常必要となる操作として左ラダーを更に踏み込んだ可能性が考えられる。

- ② 同機は、左ラダーを更に踏み込んだことによる負荷の増大、及び低回転の状況でC/Pを引き上げたことにより、2.11.3(3)②に記述したオーバーピッチングによる負荷の大幅な増大が相まって必要馬力が利用馬力を超え、MRブレードの迎角が失速角となって急激にMR回転が低下し、最終的にMRの揚力をほぼ喪失する破局的な失速に陥り、操縦不能になった可能性が考えられる。

すなわち、事故時のMR回転数は、2.11.3(3)①の「注意」に記述した破局的なローター失速発生回転数（当日の密度高度約2,200ftでは、約82%未満）まで低下した可能性が考えられる。

(付図6 事故要因の連鎖状況図 参照)

3.8 事故の再発防止

同種事故の再発を防止するためには、次のようなことが考えられる。

(1) 基本の重視

① 最終進入経路の選定

最終進入経路の選定は、気象状況を確実に把握した上で行う。このため、無線通信等により最新の気象情報を入手することができない場外離着陸場等においては、事前に上空を通過して吹き流し等により地上風の状況を確認してから許可を受けた最終進入経路を選定するような配慮が必要である。

② 速度のコントロール

一定の進入角の中で降下率を徐々に減少させ、離着陸地帯上空で安定したホバリングに移るためには、降下高度に応じて速度を適切に減少させていくことが必要である。

③ 復行

進入中に飛行諸元が乱れたり、バランスが崩れたりする等、通常と異なる状況になった場合には、ちゅうちょすることなく復行することが必要である。

(2) 横風への対処

一般的に、着陸進入中の横風に対する修正は、減速操作を開始するまでは横風に応じた偏流分だけ機首を風上側に向けたクラブにより行い、それ以降は風上側に偏流が釣り合う分だけMRを傾け、ラダーにより針路を保持する方法により行う。ただし、風の息があり姿勢が不安定になるような場合は、風に正対して減速する等、飛行性能上、無理のない範囲内で操作して着陸することが必要である。

(3) 低回転に伴うMR失速の防止

失速からの回復が困難なヘリコプターにおいては、MRの回転数を低くしないことが極めて重要である。

飛行中は、エンジン及びMRの回転数を監視するとともに、低回転となるような操作を避ける必要がある。

低回転が発生した場合には早期にこれを回復し、破局的な失速に至らせないようにすることが必要である。このため、常日頃から低回転の回復要領に習熟し、いつでも対処できるように備えておくことが必要である。

4 結 論

4.1 分析の要約

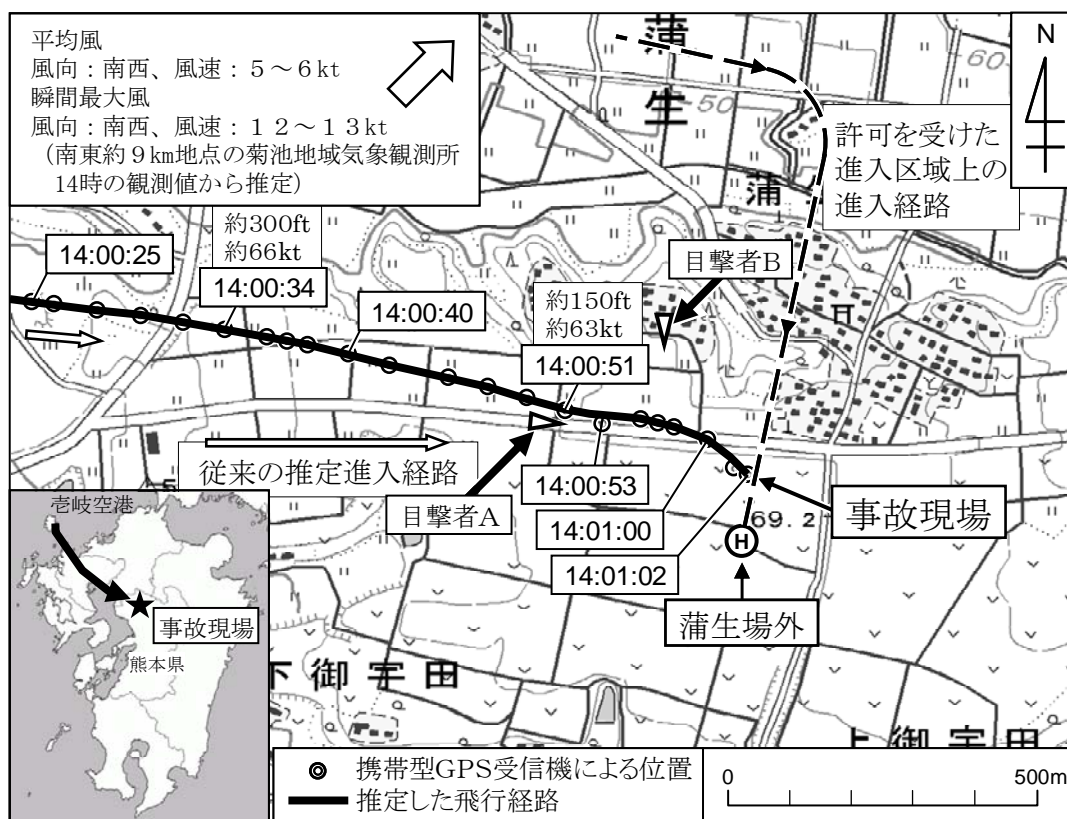
- (1) 風は、南西方向から平均風の2倍程度の瞬間最大風を伴う息があったものと考えられる。
- (2) 操縦者は、機長又は同乗者のいずれか特定することはできなかった。
- (3) 同機は、機体の損傷状況から事故発生直前まで異常はなく、MRの回転数が大きく低下した状態で、機体の水平方向及び垂直方向への大きな速度のまま、やや機首を下げ右側から先に接地したものと推定される。
- (4) 同機は、許可を受けた進入区域を飛行することなく東向きに進入してきたが、その理由については、特定することができなかった。
- (5) 同機は、最終進入の中間地点までほとんど減速することなく、通常の約2倍の速度を保っていたものと推定される。しかし、その理由については、特定することができなかった。
- (6) 同機は中間地点以降MRが低回転になり、その後、MRの揚力をほぼ喪失する破局的な失速により操縦不能になったため、減速できないまま、大きな降下率で地面に墜落したものと推定される。
- (7) 同機は、通常より大きな速度から急減速して着陸しようとC/Pを大きく下げた低出力の状況で、横風の影響(右ヨーイング)を修正しようと左ラダーを強く踏み込んだため、負荷の増大により必要馬力が利用馬力を超え、MRが一時的に低回転になった可能性が考えられる。
- (8) 同機は、MR低回転の状況で電線への急接近を回避しようとC/Pを引き上げたため負荷が大幅に増大し、必要馬力が利用馬力を超えてMRブレードの迎角が失速角となり、急激にMR回転が低下し、最終的にMRの揚力をほぼ喪失する破局的な失速に陥り、操縦不能になった可能性が考えられる。

4.2 原因

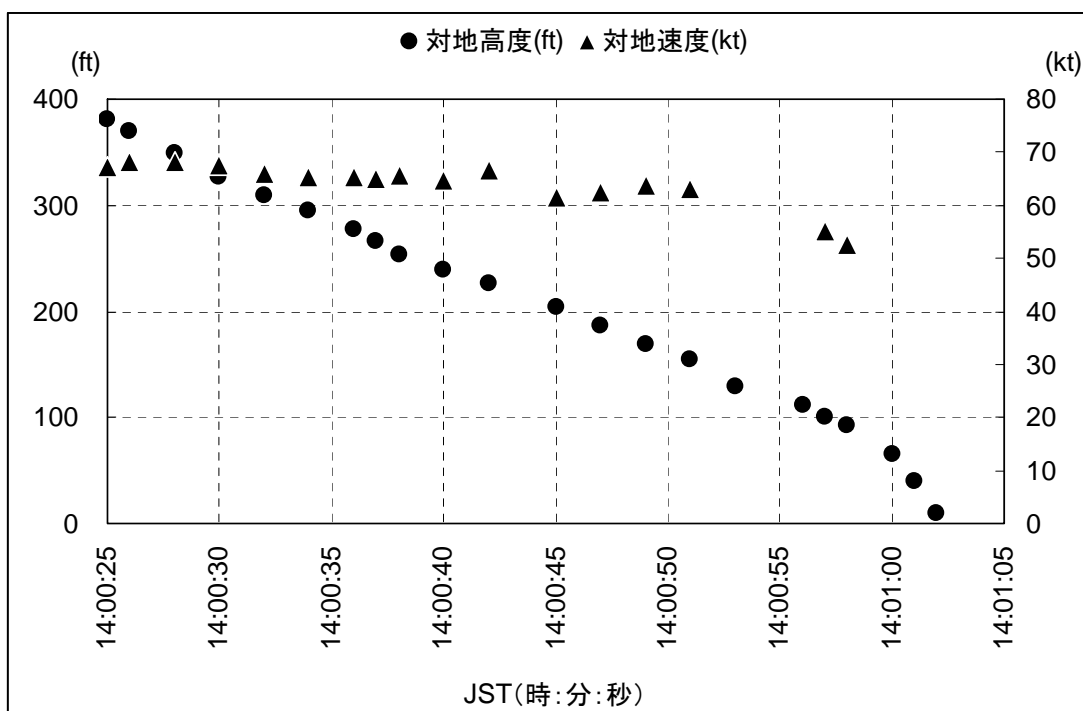
本事故は、同機が最終進入中にMRの揚力をほぼ喪失する破局的な失速により操縦不能となったため、減速できないまま大きな降下率で地面に墜落し、機体が大破して、機長及び同乗者が死亡したものと推定される。

MRの揚力をほぼ喪失する破局的な失速により操縦不能となったのは、操縦者がMR低回転の状況でC/Pを引き上げたため、負荷が大幅に増大し、必要馬力が利用馬力を超えてMRブレードの迎角が失速角となり、急激にMR回転が低下したことによる可能性が考えられる。

付図1 推定飛行経路図

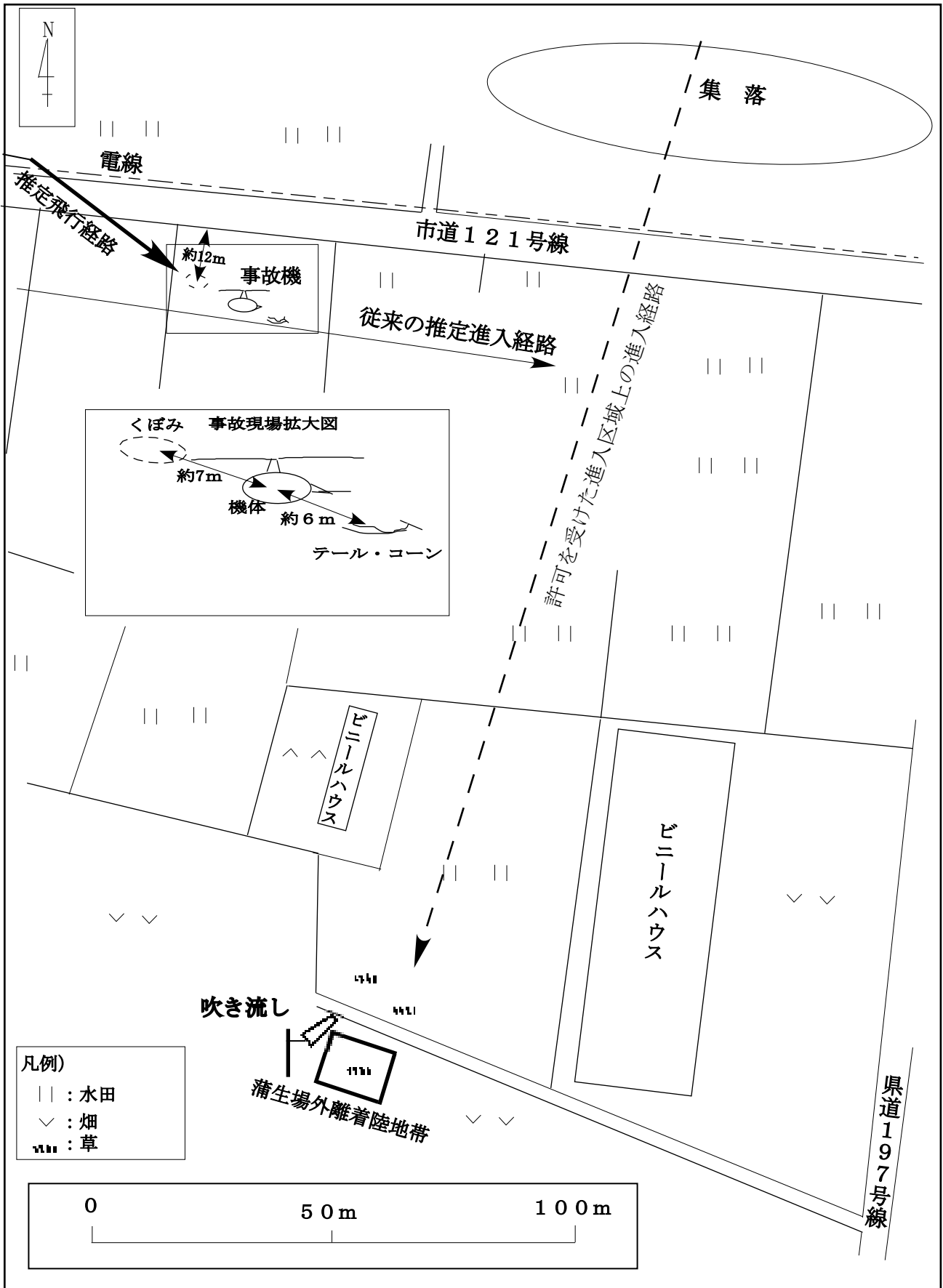


国土地理院地図閲覧サービス 2万5千分1地図情報を使用

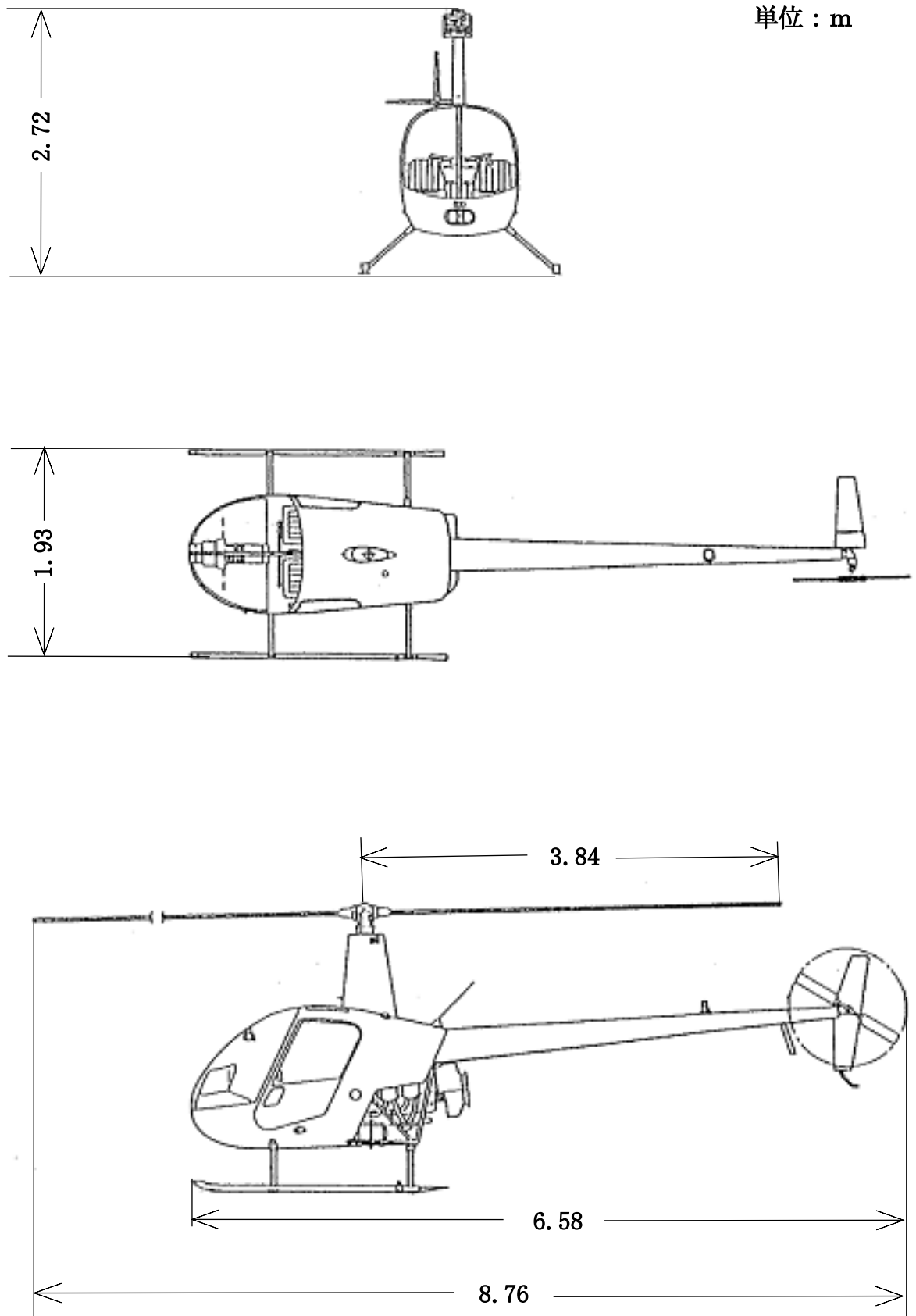


携帯型GPS受信機の記録により、蒲生場外標高からの対地高度及び対地速度を推算

付図2 事故現場見取図



付図3 ロビンソン式R22Beta型三面図



付図4 同機の過去の飛行データとの比較表

番号		1	2	3	4	5
対地高度	300ft	64kt	56kt	30kt	40kt	19kt
	200ft	48kt	45kt	23kt	32kt	17kt
	150ft	35kt	39kt	22kt	30kt	15kt
	50ft	20kt	19kt	9kt	17kt	8kt
	15ft	1kt	5kt	3kt	11kt	4kt
150ft からの減速停止距離		約 180m	約 300m	約 200m	約 300m	約 200m
着陸帯		場外				
備考						

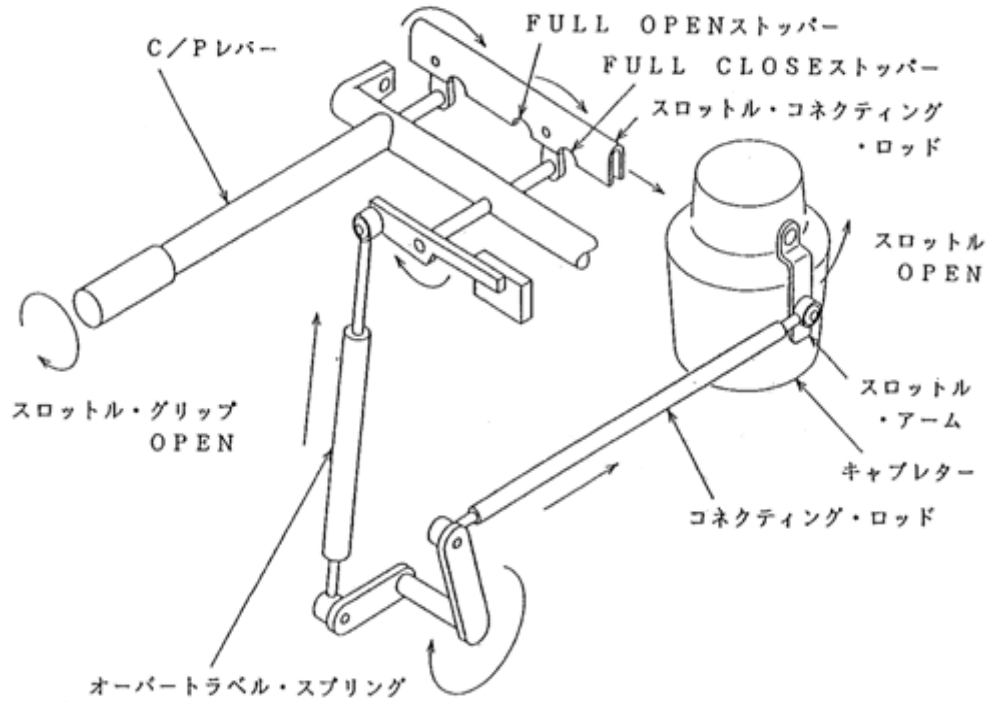
携帯型GPSのデータにより対地速度及び対地高度を推算し概略値で示す。

番号		6	7	8	9	10
対地高度	300ft	40kt	73kt	66kt	43kt	65kt
	200ft	32kt	55kt	61kt	40kt	63kt
	150ft	25kt	43kt	58kt	36kt	63kt
	50ft	13kt	32kt	46kt	33kt	—
	15ft	8kt	25kt	27kt	20kt	—
150ft からの減速停止距離		約 200m	約 320m	約 600m	約 400m	330m (推算)
着陸帯		場外		A空港	B空港	場外
備考				高速進入		事故時

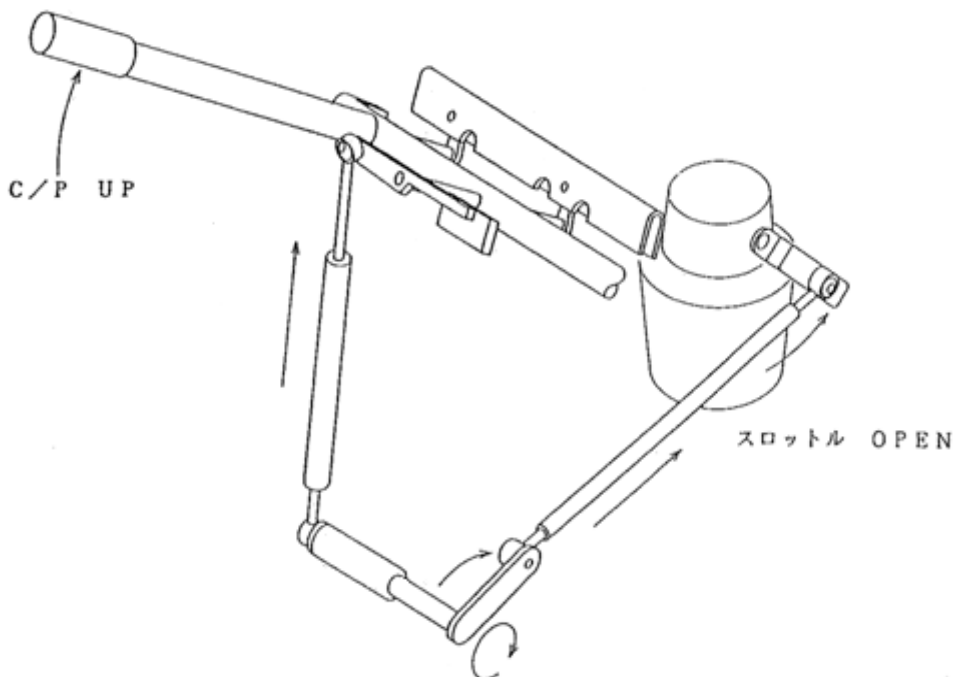
場外：場外離着陸場の離着陸地帯

付図5 スロットル制御系統図

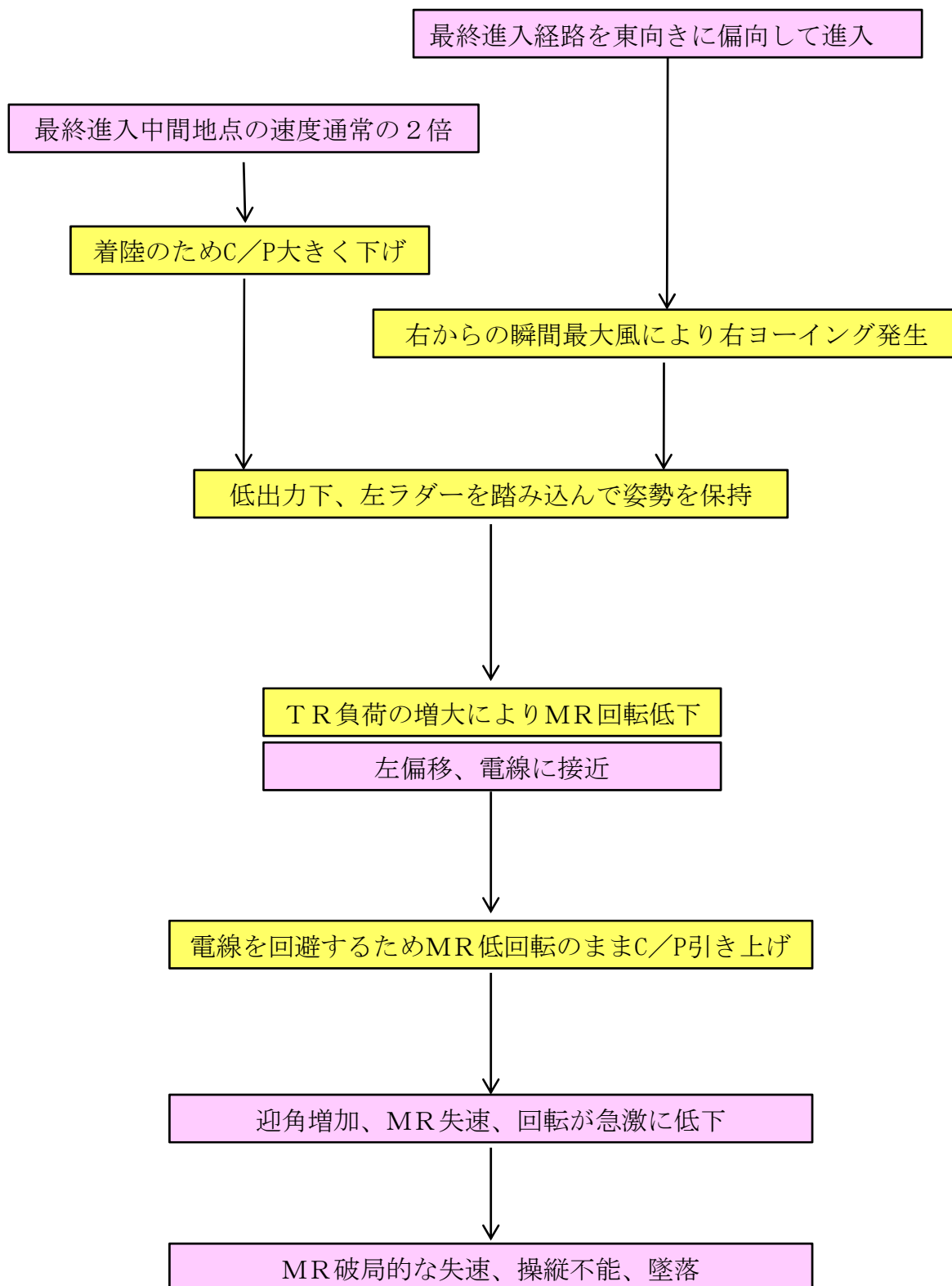
スロットル・グリップによる制御



C/Pの同調機構による制御



付図6 事故要因の連鎖状況図



: GPS記録、機体の損傷状況及び目撃者の口述等からほぼ間違いのない事象
 : 飛行状況、環境状況及び機体構造等から可能性が考えられる事象

写真1 事故現場



(水田を排水した状態)

写真2 事故機（全体）

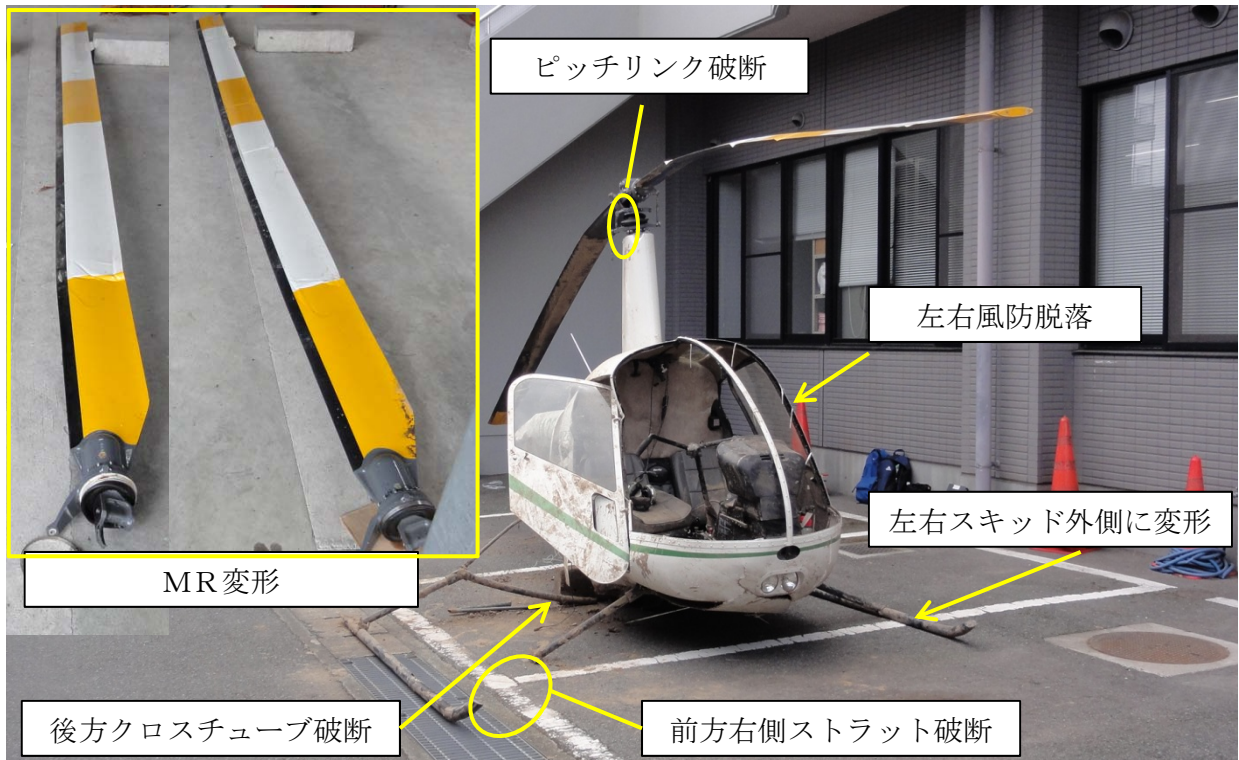
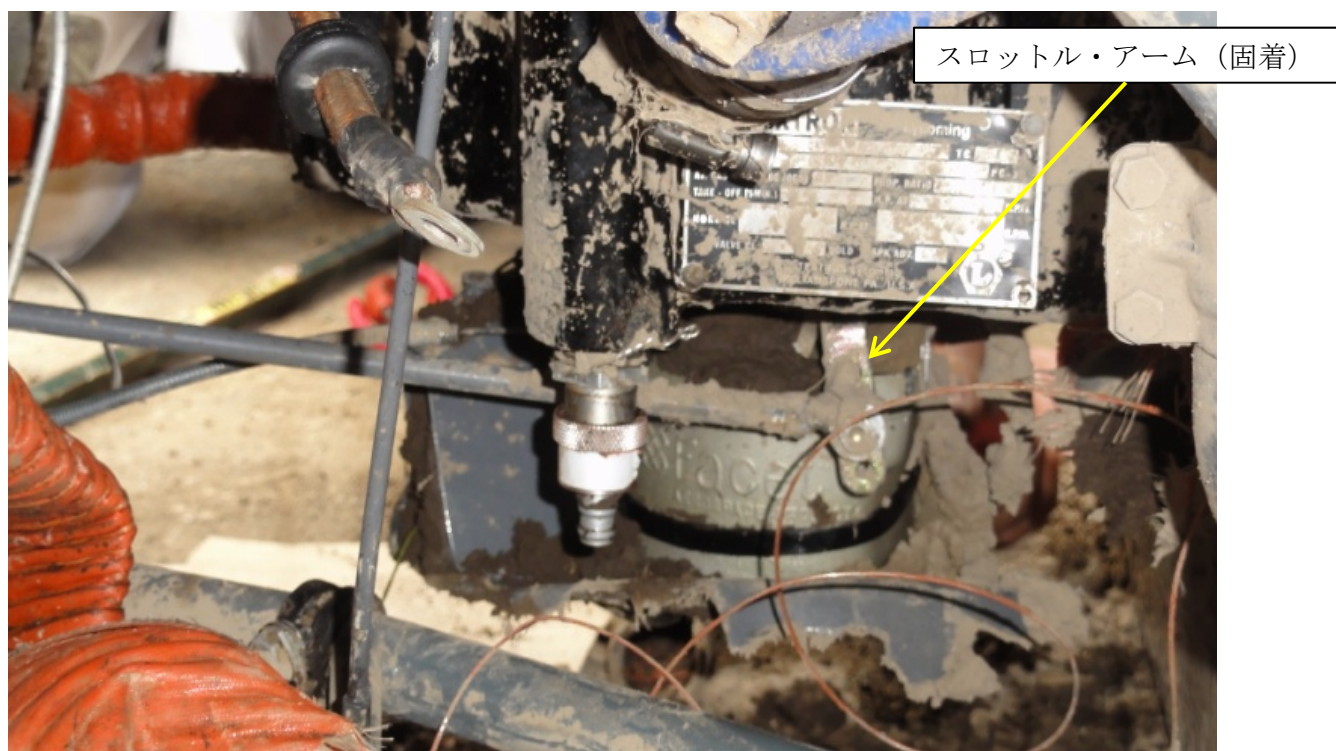


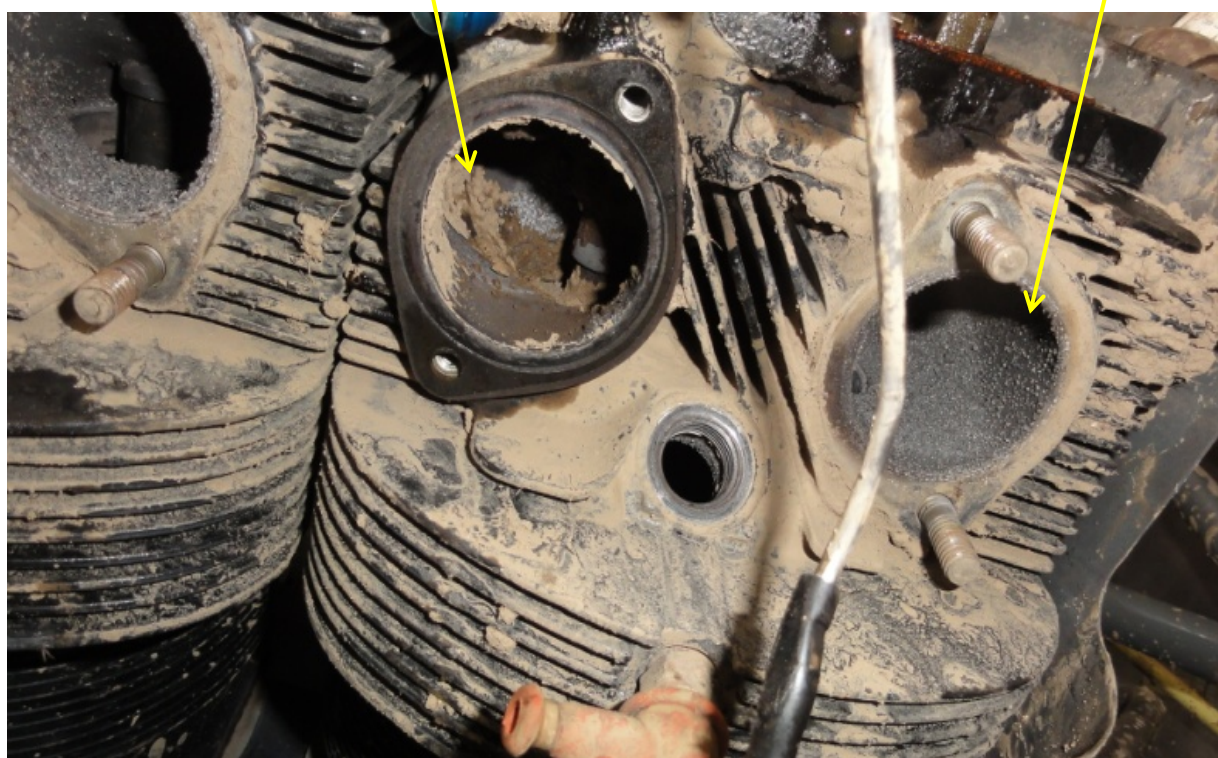
写真3 事故機 (エンジン)



(キャブレター部)

吸気側 (湿った泥付着)

排気側 (乾燥)



(シリンダー部)