

AA2018-6

航空事故調査報告書

I 個人所属

ロビンソン式R44型（回転翼航空機）JA7907
着陸時の横転による機体の損傷

II 新中央航空株式会社所属

セスナ式172P型 JA3989
山頂付近への衝突

平成30年8月30日

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 中橋 和博

《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」

II 新中央航空株式会社所属
セスナ式172P型 JA3989
山頂付近への衝突

航空事故調査報告書

所 属 新中央航空株式会社
型 式 セスナ式172P型
登録記号 JA3989
事故種類 山頂付近への衝突
発生日時 平成29年6月3日 14時50分ごろ
発生場所 富山県中新川郡立山町^{なかにいかわ}芦峯寺^{あしくらじ}

平成30年8月10日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委 員 長 中 橋 和 博（部会長）
委 員 宮 下 徹
委 員 石 川 敏 行
委 員 丸 井 祐 一
委 員 田 中 敬 司
委 員 中 西 美 和

要 旨

<概要>

新中央航空株式会社所属セスナ式172P型JA3989は、平成29年6月3日（土）、富山空港を出発し松本空港へ向けて飛行中、14時50分ごろ、立山連峰^{ししだけ}の山頂付近（標高約2,700m）に衝突した。

同機には、機長、他の操縦士及び同乗者2名の計4名が搭乗していたが、全員が死亡した。

同機は大破したが、火災は発生しなかった。

<原因>

同機は、山岳地帯を有視界飛行方式で飛行中、雲中飛行となったものと考えられ、機長及び操縦士Aが地表を視認して自機の位置及び周囲の状況を把握することが困難となり、山頂付近に近づいて衝突したものと考えられる。

山頂付近に近づいて衝突したことについては、視界を失って衝突を回避できなかった、機体着氷により高度の維持ができなくなったか若しくは失速した、又は強い乱気流に遭遇した可能性が考えられるが、搭乗者が死亡したため特定することはできなかった。

同機が雲中飛行となったことについては、機長及び操縦士Aによる出発前の山岳地帯の気象予測が不十分であったこと及び飛行中の引き返しの決断が遅れたことによるものと考えられる。

<勧告>

国土交通大臣に対する勧告

本事故において、事故機は、山岳地帯を有視界飛行方式で飛行中、雲中飛行となったものと考えられ、地表を視認して自機の位置及び周囲の状況を把握することが困難となり、山頂付近に近づいて衝突したものと考えられる。

山頂付近に近づいて衝突したことについては、視界を失って衝突を回避できなかった、機体着氷により高度の維持ができなくなったか若しくは失速した、又は強い乱気流に遭遇した可能性が考えられる。

また、同機が雲中飛行となったことについては、出発前の山岳地帯の気象予測が不十分であったこと及び飛行中の引き返しの決断が遅れたことによるものと考えられる。

本事故調査の結果を踏まえ、運輸安全委員会は、国土交通大臣に対して、運輸安全委員会設置法第26条の規定に基づき、航空事故防止及び航空事故が発生した場合における被害の軽減のため以下の施策を講じるよう勧告する。

- (1) 操縦士に対し、着氷気象状態での飛行が認められていない航空機にとって着氷は極めて危険であり着氷気象状態での飛行は絶対に避けなければならないことを周知すること
- (2) 小型機の操縦士に対して、シートベルト及びショルダーハーネスの着用を励行するとともに同乗者にシートベルト等の着用を求めるよう指導すること
- (3) 小型航空機の利用者に対しELTの適正な取付・運用方法等に関する情報を提供すること
- (4) 捜索救難に係る関係省庁担当者会議等の場で、関係機関に対し、捜索救難活動中の捜索救難機による捜索救難周波数の聴取が的確に行われるよう要請すること

本報告書で用いた主な略語は、次のとおりである。

ADF	: Automatic Direction Finder
AIP	: Aeronautical Information Publication
ARSR	: Air Route Surveillance Radar
ELT	: Emergency Locator Transmitter
GPS	: Global Positioning System
IAS	: Indicated Airspeed
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IMC	: Instrument Meteorological Conditions
LWC	: Liquid Water Content
PIC	: Pilot In Command
POH	: Pilot's Operating Handbook
RCC	: Rescue Coordination Center
TAS	: True Airspeed
VFR	: Visual Flight Rules
VMC	: Visual Meteorological Conditions

単位換算表

1 kt	: 1.852 km/h (0.5144 m/s)
1 nm	: 1,852 m
1 ft	: 0.3048 m
1 in	: 25.40 mm
1 lb	: 0.4536 kg

目 次

1	航空事故調査の経過	1
1.1	航空事故の概要	1
1.2	航空事故調査の概要	1
1.2.1	調査組織	1
1.2.2	関係国の代表	1
1.2.3	調査の実施時期	1
1.2.4	原因関係者からの意見聴取	2
1.2.5	関係国への意見照会	2
2	事実情報	2
2.1	飛行の経過	2
2.1.1	飛行の経過及び事故後の状況	3
2.1.2	関係者の口述	4
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	7
2.3	航空機の損壊に関する情報	7
2.3.1	損壊の程度	7
2.3.2	航空機各部の損壊の状況	7
2.4	航空機乗組員に関する情報	8
2.5	航空機に関する情報	8
2.5.1	航空機	8
2.5.2	エンジン	9
2.5.3	重量及び重心位置	9
2.5.4	燃料及び潤滑油	9
2.6	気象に関する情報	9
2.6.1	空港の気象状況	9
2.6.2	飛行経路上の気象状態	10
2.6.2.1	天気概況及び上空の風の状況	10
2.6.2.2	ライブカメラ映像（立山連峰遠景）	11
2.6.2.3	ライブカメラ映像（立山連峰内）	14
2.6.2.4	ライブカメラ映像（長野県大町から後立山連峰を望む）	15
2.6.2.5	定期便操縦士からの報告	16
2.6.2.6	動力滑空機操縦士からの報告	16
2.6.2.7	山頂の気温データ（浄土山）	16
2.6.2.8	数値解析による風及び雲等の状況	17

2.7	事故現場及び機体に関する情報	18
2.7.1	事故現場の状況	18
2.7.1.1	立山連峰及び立山カルデラ	18
2.7.1.2	衝突痕、滑落痕及び機体残骸の状況	19
2.7.2	機内の状況	19
2.7.3	損壊の細部状況	20
2.8	医学に関する情報	22
2.9	通信に関する情報	22
2.10	捜索救難に関する情報	23
2.10.1	捜索救難活動の状況	23
2.10.2	国際民間航空条約の規定	24
2.10.3	座席及びシートベルトに関する情報	24
2.11	ARSRの記録	25
2.12	航空法の規定	25
2.12.1	有視界気象状態	25
2.12.2	最低安全高度	27
2.13	同社の規程	27
2.13.1	引き返しの決断及び緊急通信等	27
2.13.2	同型機の性能	27
2.13.3	着氷気象状態での飛行禁止等	28
2.14	機長及び操縦士Aの飛行経歴	29
2.14.1	機長の飛行経歴	29
2.14.2	操縦士Aの飛行経歴	30
2.15	着氷	31
2.15.1	着氷が生じる状況	31
2.15.2	着氷の影響	32
2.15.3	山岳地帯での着氷	34
2.16	山岳地帯の飛行について	35
2.16.1	山岳飛行時の備え及び注意事項	35
2.16.1.1	操縦士への要件	35
2.16.1.2	飛行機への要件	35
2.16.1.3	気象条件の要件	36
2.16.1.4	稜線及び峠の通過	37
2.16.1.5	気象状況が悪化した場合の措置	37
2.16.2	山頂付近での乱気流	38

2.17	E L T（航空機用救命無線機）	39
2.17.1	E L Tに関する規定	39
2.17.2	同機に搭載されていたE L T	39
2.17.2.1	製造者マニュアルの記載	39
2.17.2.2	同社におけるE L Tの運用方法	41
2.17.2.3	E L Tの機能検査	41
2.17.2.4	E L Tに関する注意喚起（N T S B）	42
2.18	類似事故	43
2.18.1	過去の類似事故	43
2.18.2	過去の類似事故における勧告	44
2.19	その他の事項	45
2.19.1	飛行計画図	45
2.19.2	操縦士AのS N S発信及び同機内で撮影された写真	46
2.19.3	自衛隊高高度訓練／試験空域	48
2.19.4	山岳飛行時の高度計誤差	48
2.19.5	ショルダーハーネスの着用	48
3	分析	49
3.1	乗組員等の資格等	49
3.2	航空機の耐空証明等	50
3.3	気象との関連	50
3.4	出発前の判断	50
3.4.1	同機の飛行計画	50
3.4.2	機長及び操縦士Aによる出発の決断	51
3.5	飛行の経緯	52
3.5.1	富山空港出発から山越えに至るまで	52
3.5.2	引き返し決断後の飛行状況	52
3.5.3	衝突後の雪面滑落	53
3.6	気象状況悪化時の引き返しの判断	54
3.7	同機の着氷	54
3.7.1	着氷との遭遇	54
3.7.2	同機の着氷の影響	55
3.8	山頂付近で乱気流に遭遇した可能性	56
3.9	同機の性能	56
3.10	機体の健全性	57
3.11	緊急通信の必要性	57

3.12	E L T	58
3.12.1	E L Tの作動状態及び緊急信号の受信状況	58
3.12.2	製造者マニュアルに記載されたE L T使用方法	58
3.12.3	適切なE L Tの運用	59
3.13	捜索救難機による捜索救難周波数のモニター	59
3.14	有視界飛行を行う操縦士に対する指導及び周知	60
3.14.1	有視界飛行方式での雲中飛行の危険性及び着氷気象状態での飛行の危険性	60
3.14.2	山岳飛行への備え	60
3.15	シートベルト及びショルダーハーネスの着用	61
4	結 論	61
4.1	分析の要約	61
4.2	原因	64
5	再発防止策	64
5.1	本事故後に同社が講じた再発防止策	64
5.2	本事故後に国土交通省航空局が講じた再発防止策	65
5.3	今後必要とされる再発防止策	65
5.3.1	国土交通省航空局に必要とされる措置	65
6	勸 告	66
6.1	国土交通大臣に対する勸告	66

添 付 資 料

付図1	推定飛行経路（1）	68
付図2	推定飛行経路（2）	69
付図3	推定飛行経路（3）	69
付図4	推定飛行経路（4）	70
付図5	事故現場	70
付図6	推定衝突場所、痕跡等の状況	71
付図7	機体発見現場	72
付図8	機体発見時の同機	72
付図9	気象情報（1）	73
付図10	気象情報（2）	73

付図 1 1	気象情報 (3)	74
付図 1 2	気象情報 (4)	74
付図 1 3	セスナ式 1 7 2 P 型三面図	75

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

新中央航空株式会社所属セスナ式172P型JA3989は、平成29年6月3日(土)、富山空港を出発し松本空港へ向けて飛行中、14時50分ごろ、立山連峰ししだけの山頂付近(標高約2,700m)に衝突した。

同機には、機長、他の操縦士及び同乗者2名の計4名が搭乗していたが、全員が死亡した。

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

運輸安全委員会は、平成29年6月4日、航空事故発生の報告を受け、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、その後、新たに3名の航空事故調査官を追加指名した。

1.2.2 関係国の代表

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及び顧問が参加した。

1.2.3 調査の実施時期

平成29年6月4日	口述聴取、資料の調査
平成29年6月5日	事故現場調査、遺留品の確認及び口述聴取
平成29年6月6日	口述聴取
平成29年6月13日	事故現場付近調査
平成29年6月14日	口述聴取
平成29年6月15日	口述聴取
平成29年7月6日	現場調査
平成29年7月13～19日	機体調査
平成29年8月8日	航空機用救命無線機のデータダウンロード
平成29年8月9日	数値解析による気象情報調査
平成29年9月30日	プロペラ調査
～11月16日	

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。

1.2.5 関係国への意見照会

関係国に対し意見照会を行った。

2 事実情報

2.1 飛行の経過

新中央航空株式会社（以下「同社」という。）所属セスナ式172P型JA3989（以下「同機」という。）は、平成29年6月3日の午前中、松本空港から、大町、糸魚川、魚津経由で富山空港まで飛行した後、14時23分に、富山空港を離陸して松本空港へ向かった。同社の操縦士（以下「機長」という。）が同機の右席に、同乗した操縦士（以下「操縦士A」という。）が左席に着席し、後方座席には同乗者2名が着席した。（以下、後方右席及び左席に着席した同乗者をそれぞれ順に「同乗者A」及び「同乗者B」という。）

本事故発生日の午前中に機長が提出した同機の富山空港から松本空港までの飛行計画は、次のとおりであった。（付図1 推定飛行経路（1）参照）

飛行方式：有視界飛行方式、出発地：富山空港、移動開始時刻：14時30分、
巡航速度（TAS^{*1}）：95kt、巡航高度：VFR^{*2}、経路：上滝^{むろどう}～室堂～大町、
目的地：松本空港、所要時間：1時間00分、
持久時間で表された燃料搭載量：4時間00分、搭乗者数：4名
飛行の目的：航空機使用事業^{*3}の訓練飛行
PIC^{*4}：機長^{*5}

本事故に至るまでの同機の飛行経過は、飛行場対空通信の記録、管制交信記録、航空路監視レーダー（以下「ARSR^{*6}」という。）の航跡記録、同乗者Bのスマートフォンにあった写真及び関係者の口述によれば、概略次のとおりであった。

*1 「TAS」は真対気速度であり、指示対気速度（IAS）に位置誤差、計器誤差及び空気密度補正を加えたものがTASである。

*2 「VFR」とは、有視界飛行方式である。

*3 「航空機使用事業」とは、他人の需要に応じ、航空機を使用して有償で旅客又は貨物の運送以外の行為の請負を行う事業をいう。写真撮影飛行、訓練飛行等はこれに該当する。

*4 「PIC」とは、Pilot In Commandの略であり、飛行の機長職務遂行者である。

*5 飛行計画には、PICとして機長の名前が記載されていた。

*6 「ARSR」については、2.1.1参照。

2.1.1 飛行の経過及び事故後の状況

6月3日（土）

- 08時00分ごろ 同社の社員である機長及び同社の顧客である操縦士Aが、同社の松本運航所（以下「同運航所」という。）に到着した。
- 08時20分ごろ 同運航所の整備士（以下「整備士A」という。）は、同機の飛行前の点検、確認を行った。
- 09時28分 同機は松本空港を離陸した。
- 10時35分 同機は富山空港に着陸した。
- 14時23分 同機は富山空港の滑走路02から離陸した。ARSRにおいて、富山空港から離陸したVFR機^{*7}のトランスポンダー応答信号が受信され始めた。
- 14時28分 同機は、富山空港出張所飛行場管制所飛行場管制席管制官（以下「富山タワー」という。）に位置及び高度を通報するとともに、富山空港の管制圏を離れる旨を通報した。
- 14時35分ごろ 同機は、左360°上昇を繰り返した。
- 14時40分ごろ 同機は、立山連峰を越え、黒部湖側に入った。
- 14時45分ごろ 同機は、高度ほぼ一定で、頻繁に針路を変更した。
- 14時50分ごろ 同機からのトランスポンダー応答信号が立山連峰の獅子岳付近で途絶した。
- 14時51分ごろ 機長が持っていた携帯電話（以下「機長の携帯電話」という。）から同運航所に連絡があった。
- 15時02分 富山県警察本部（以下「県警」という。）は、同機墜落の110番通報を受理した。
- 15時15分 東京航空局松本空港出張所は、東京救難調整本部（以下「RCC」という。）に同機に関する情報を伝えた。
- 15時20分ごろ 再び、同運航所に機長の携帯電話から連絡があり、整備士Aは同機に搭載されている航空機用救命無線機^{*8}（以下「ELT」という。）のスイッチをオンとするよう助言した。

*7 「VFR機」とは、有視界飛行方式で飛行する航空機である。

*8 「航空機用救命無線機（ELT）」とは、航空機が、事故に遭遇又は不時着した場合、その遭難/不時着地点を感知させるために遭難信号を送信する無線機で、航空機の区分に応じて装備が義務付けられている。2.17参照。

1 5 時 4 0 分～	同運航所に機長の携帯電話から何度か連絡があった。
1 6 時 2 5 分	県警の回転翼航空機（以下「県警ヘリ」という。）が、 捜索救難のため富山空港を離陸した。
1 6 時 5 6 分	防衛省航空自衛隊中部航空方面隊司令官は、R C C から 人命救助のため災害派遣要請を受け、活動を開始した。
1 7 時 5 0 分	悪天のため、県警は当日の捜索救難活動を中断した。
6 月 4 日（日）	
0 4 時 3 8 分	県警ヘリが富山空港を離陸した。
0 5 時 0 1 分	県警ヘリは、立山連峰獅子岳南東斜面にて、同機と見ら れる小型機を発見した。
0 5 時 1 6 分	県警山岳警備隊員は、搭乗者全員が呼びかけに応じない ことを確認した。
1 0 時 1 5 分	県警ヘリは搭乗者 4 名を富山大学附属病院に搬送した。
1 2 時 0 7 分	搭乗者 4 名全員の死亡が確認された。

2.1.2 関係者の口述

(1) 同運航所所長

同運航所所長（以下「所長」という。）は、本事故に至った一連の飛行に
関しての詳しい経緯は承知していなかったが、同機は富山空港で生地着陸^{*9}
し松本空港に戻ってくる計画だったと思っていた。所長は、同社には「生地
着陸する場合には同社の操縦士が同乗する」という社内規定があるため、本
飛行に機長が同乗したのだろうと思っていた。所長は、機長及び操縦士 A に
ついて、以下のとおり話した。

機長は、同運航所では、同社が所有する同型機（以下「同型機」という。）
に乗務し写真撮影飛行及び遊覧飛行等を実施し、他機種^{*10}の副操縦士として
他社の運航受託にも定期的に携わっていた。機長は、操縦教育証明を有して
おり、操縦教官として指導することもあり、特定操縦技能審査員を務めてい
た。さらに、機長は、計器気象状態（I M C）^{*11}で飛行するために必要な計
器飛行証明を有し、計器飛行を実施するための最近の飛行経験^{*12}も充足して

*9 「生地着陸」とは、野外飛行において基地以外の空港等へ着陸することである。

*10 運航受託業務では、ビーチクラフト式 B 3 0 0 型（双発ターボプロップ機）で飛行していた。

*11 「計器気象状態（I M C）」とは、視程及び雲の状況を考慮して国土交通省令で定める有視界気象状態（V
M C）以外の、視界上不良な気象状態である。有視界気象状態については2.12.1参照。

*12 計器飛行を実施する場合、1 8 0 日間に 6 時間以上の計器飛行経験が必要である。

いた。また、機長は、総飛行時間17,000時間を超えるベテラン操縦士で、安全運航を徹底し、極めて慎重な運航を行っており、顧客の信頼も厚く、平成27年7月からは同運航所の運航課長を併任していた。

操縦士Aは、中央航空クラブ^{*13}のクラブ員（以下「クラブ員」という。）で、平成24年1月に自家用操縦士技能証明（以下「自家用ライセンス」という。）を取得後、松本空港をベースとして定期的に飛行しており、機長と同乗飛行することもあった。

(2) 整備士A及び同運航所の事務職員

同機の100時間点検は5月23日に完了しており、整備士Aは、本事故発生日の飛行前点検を実施し、同機に異常がないことを確認していた。

整備士Aは、機長とは20年くらい前からの知り合いであった。飛行の安全について機長と議論することもあり、機長は安全には妥協しない操縦士だと思っていた。整備士Aは、本飛行の前日に機長と本飛行の経路について話をしており、往路（富山空港行）は糸魚川市経由、復路（松本空港行）は山越えの予定であることを聞いていた。

本事故発生日、整備士Aは同機が離陸（9時28分）するまでの様子を見ていた。

15時ごろ、同運航所に機長の携帯電話からの連絡があった（1回目）。しっかりとした口調で同乗者Aを名乗る男性からの救助を求める連絡であり、「前席の操縦士二人は意識がないが後席の二人の意識はある」とのことを聞き、整備士Aは同機が墜落したのだと思った。整備士Aが現在地は分かるかと聞いたところ、同乗者Aは「周囲は真っ白で場所は分からない」と答えた。整備士Aは、同乗者Aに警察へ110番通報^{*14}するよう伝え一旦電話を切り、その後、同運航所の事務職員（以下「職員A」という。）が110番通報したことを伝える同乗者Aからの連絡を受けた（2回目）。その次の同乗者Aからの電話（3回目）は整備士Aが対応した。整備士Aは、同機にはELTが搭載されており、スイッチをオンとするよう要請したが、同乗者Aは、体が動かずELTは分からないと話し、やり取りをしているうちに電話が切れた。

4回目の電話は職員Aが受けた。同乗者Aは早期の救助を強く訴えながらも気丈に話しており、職員Aは電話口で懸命に励ました。職員Aは、同乗者

*13 「中央航空クラブ」は、同社機を使用する数人の操縦士が集まったグループである。同運航所における同クラブ員の活動については機長が管理しており、同社機貸借時の同社との取り決め等の存在も含め、明らかにすることはできなかった。

*14 県警は、15時02分、同乗者Aからの「110番通報」を受理した。

Bの声が聞こえた訳ではなかったが、二人の同乗者は互いに励まし合っているように感じた。その後、何度か機長の携帯電話からの着信があったが、すぐに電話は切れた。

(3) 富山タワー及び富山空港運航援助支援業務職員^{*15}

同機は、14時23分に滑走路02から離陸した。富山タワーは、同機が空港の東約5nm、高度3,000ftで管制圏を出ることを確認し、同機に対して周波数変更を指示した。空港の東側には2,500～3,000ft辺りに雲があり、同機は雲を避けながら東へ向かっている様子だった。14時42分ごろ、富山タワーがレーダー画面で同機の位置を確認したところ、空港の東19nmで高度がまだ8,000ftくらいだったので、山越えするために高度を稼いでいるのかと思った。この日は、山の方に雲が多く山頂には雲があり、富山タワーは、同機は部分的にあった雲の隙間を選んで飛行するのだろうと思った。

また、富山空港運航援助支援業務職員によれば、本事故発生日の午後、操縦士1名が来所し、約10分間、気象情報端末を使用していたことを覚えており、使用記録には、機長の署名（13時05分）があった。

(4) 他のクラブ員たち

クラブ員たちは、機長と長く交流があり、操縦士Aについても知っていた。機長は、操縦教官として教育/訓練を担当しており、操縦士Aは機長の教え子であることも承知していた。

クラブ員たちは、機長について、安全運航には大変慎重に取り組んでいる様子であり、気象状況の変化にも細心の注意を払う人だと認識していた。例えば、山岳飛行については西風が強いときは山の東側は飛ばないように注意する操縦士であり、機長が、気象状態があまり良くない状況で山越え飛行し、山頂付近に衝突したことが信じられなかった。

また、あるクラブ員は、山岳波の影響で高度を落としたこと、山間を飛行中の飛行機の高度計指示が一時的に不良になったことを経験しており、同型機は、エンジン馬力の余裕が少なく4人搭乗で立山連峰越えをするのは困難だろうと想像していた。

(5) 長野県南信地方で飛行していた操縦士

事故当日、小型機で午前1回、午後2回、長野県南信地方を飛行していた操縦士は、事故現場の立山連峰は雲が多くて飛行は困難だったのではな

*15 「富山空港運航援助支援業務職員」とは、富山空港において運航援助支援業務を受託している民間会社の職員である。

いかと思った。また、同操縦士は、自分ならば、天候が快晴であっても、同型機のような軽飛行機に4人が搭乗して、立山連峰越えの飛行をすることは考えられないと思っていた。

(6) 機長に写真撮影飛行を依頼したことのあるカメラマン

機長に写真撮影飛行を依頼したことのあるカメラマンは、約5年前からずっと機長に写真撮影の飛行を依頼してきた。カメラマンが山岳地帯で低高度飛行を依頼しても気流が乱れる可能性を説明され拒否されたこともあり、安全飛行には細心の注意を払う操縦士として信頼していた。

また、同カメラマンは、過去に機長に立山連峰上空の飛行も頻繁に依頼しており、機長は事故現場周辺の地形については熟知していたと思っていた。

本事故の発生場所は、富山県中新川郡立山町芦畷寺付近（獅子岳の山頂付近の南東斜面：北緯36度33分08秒、東経137度36分22秒）であり、発生日時は、平成29年6月3日14時50分ごろであった。

(付図1 推定飛行経路(1)、付図2 推定飛行経路(2)、付図4 推定飛行経路(4)、付図5 事故現場 参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

機長、操縦士A、同乗者A及び同乗者Bの搭乗者全員が死亡した。

2.3 航空機の損壊に関する情報

2.3.1 損壊の程度

大 破

2.3.2 航空機各部の損壊の状況

- (1) 胴 体 : 破損
- (2) 主 翼 : 破損
- (3) 尾 翼 : 破損
- (4) エンジン : 脱落・破損
- (5) プロペラ : 損傷
- (6) 着陸装置 : 脱落・破損

(付図6 推定衝突場所、痕跡等の状況、付図7 機体発見現場、付図8 機体発見時の同機 参照)

2.4 航空機乗組員に関する情報

(1) 機長 男性 57歳

事業用操縦士技能証明書（飛行機）

限定事項 陸上単発機

昭和56年4月14日

限定事項 陸上多発機

平成14年6月14日

特定操縦技能審査 満了日

平成30年9月27日

計器飛行証明

平成16年5月25日

操縦教育証明

昭和60年8月30日

第1種航空身体検査証明書

有効期限

平成30年4月23日

総飛行時間

17,127時間35分

最近30日間の飛行時間

28時間30分

同型式機による飛行時間

12,518時間57分

最近30日間の飛行時間

21時間47分

(2) 操縦士A 男性 48歳

自家用操縦士技能証明書（飛行機）

限定事項 陸上単発機

平成24年1月23日

特定操縦技能審査 満了日

平成30年3月13日

第2種航空身体検査証明書

有効期限

平成31年2月14日

総飛行時間

245時間25分

最近30日間の飛行時間

0時間54分

同型式機による総飛行時間

245時間25分

最近30日間の飛行時間

0時間54分

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 航空機

型式

セスナ式 172P型

製造番号

17276542

製造年月日

平成6年9月12日

耐空証明書

第東-28-451号

有効期限

平成30年1月17日

耐空類別

飛行機 普通 N

総飛行時間

9,492時間11分

定期点検（100時間点検、平成29年5月23日実施）後の飛行時間

7時間33分

(付図 1 3 セスナ式 1 7 2 P 型三面図 参照)

2.5.2 エンジン

型 式	ライカミング式 O - 3 2 0 - D 2 J 型
製 造 番 号	R L - 9 1 1 5 - 3 9 E
総飛行時間	2, 4 8 0 時間 4 3 分
オーバーホール実施年月日	平成 2 6 年 1 2 月 2 1 日
オーバーホール後の飛行時間	7 5 4 時間 3 1 分

2.5.3 重量及び重心位置

本事故発生時の同機の重量は 2, 3 1 3 lb、重心位置は基準点後方 4 4. 5 in であったものと推算され、本事故発生時の飛行の全ての過程において許容範囲（最大離着陸重量 2, 4 0 0 lb、重心位置^{*16}範囲 3 8. 6 ~ 4 7. 3 in）内にあったものと推定される。

2.5.4 燃料及び潤滑油

同機には航空用ガソリン 1 0 0 L L、潤滑油はエクソン 2 0 W - 5 0 が使用されていた。

2.6 気象に関する情報

2.6.1 空港の気象状況

事故当日の富山空港及び松本空港の定時気象観測値は次のとおりであった。

富山空港

14時00分 風向 3 2 0 °、風速 4 kt、風向変動 2 6 0 ° ~ 0 2 0 °

卓越視程 1 0 km 以上

雲 雲量 F E W^{*17} 雲形 積 雲 雲底の高さ 2, 0 0 0 ft

雲量 S C T^{*18} 雲形 層積雲 雲底の高さ 2, 5 0 0 ft

雲量 B K N^{*19} 雲形 高積雲 雲底の高さ 1 0, 0 0 0 ft

気温 1 7 °C、露点温度 1 0 °C、

高度計規正值 (QNH) 2 9. 7 5 inHg

*16 重心位置の基準点はエンジン防火壁下部であり、数値は本基準点から後方への距離（インチ：inch）を表す。

*17 「FEW」とは、全天空に対する見かけ上の雲の割合が 1/8 ~ 2/8 のことである。

*18 「SCT」とは、全天空に対する見かけ上の雲の割合が 3/8 ~ 4/8 のことである。

*19 「BKN」とは、全天空に対する見かけ上の雲の割合が 5/8 ~ 7/8 のことである。

15時00分 風向 変動、風速 2kt、卓越視程 10km以上
雲 雲量 FEW 雲形 積雲 雲底の高さ 2,000ft
雲量 SCT 雲形 層積雲 雲底の高さ 3,000ft
雲量 BKN 雲形 高積雲 雲底の高さ 10,000ft
気温 17℃、露点温度 10℃、
高度計規正值 (QNH) 29.75 inHg

松本空港

14時00分 風向 340°、風速 15kt、卓越視程 50km以上
雲 雲量 FEW 雲形 積雲 雲底の高さ 5,000ft
雲量 SCT 雲形 層積雲 雲底の高さ 8,000ft
雲量 BKN 雲形 高積雲 雲底の高さ 10,000ft
気温 19℃、露点温度 6℃、
高度計規正值 (QNH) 29.62 inHg

15時00分 風向 360°、風速 12kt、卓越視程 50km
雲 雲量 FEW 雲形 積雲 雲底の高さ 5,000ft
気温 19℃、露点温度 7℃、
高度計規正值 (QNH) 29.63 inHg

2.6.2 飛行経路上の気象状態

2.6.2.1 天気概況及び上空の風の状況

付図9に示した6月3日15時のASAS（アジア太平洋地上天気図）によると、中国華北に中心のある高気圧がゆっくりと黄海に向けて移動中で、津軽海峡の東にあった低気圧がゆっくりと東進していた。

付図10に示した高層天気図^{*20}によると、同日09時、石川県輪島、700hPa（高度約3,000m）では、西北西の風約30ktであり、付図11に示した高度9,000ft（約2,745m）における毎時大気解析図によると、同日15時、事故現場付近の立山連峰では西北西の風約30ktであった。

*20 「700hPa高層天気図」では約3,000m（10,000ft）の大気の状態を示している。

2.6.2.2 ライブカメラ映像（立山連峰遠景）

同機が衝突した立山連峰獅子岳の西北西約30kmにある富山県中新川郡立山町の立山町役場におけるライブカメラ（図1中のA位置）映像を確認したところ、事故発生日の雄山、龍王岳及び獅子岳方面は、終日、山の稜線が視認できる状況であったが、写真1に示すとおり、事故発生時間帯の山頂付近は積雲系の雲に覆われており、山頂と雲底の間に隙間があるようには見えなかった。

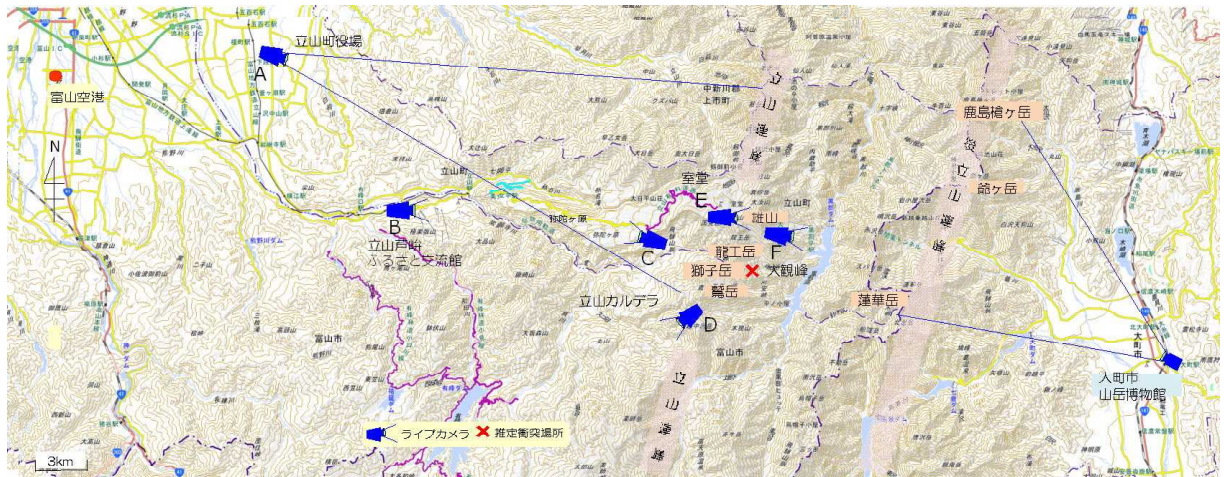


図1 ライブカメラ位置



写真1 立山町役場（図1中のA位置）から見た立山連峰ライブカメラ映像



写真2 立山芦峠ふるさと交流館（図1中のB位置）から見た
立山連峰ライブカメラ映像

また、事故発生時間帯における、写真2で示した立山芦峠ふるさと交流館（図1中のB位置）ライブカメラ映像、写真3で示した標高約2,300mの^{みだかはら}弥陀ヶ原（図1中のC位置）ライブカメラ映像、及び写真4で示した標高2,015mの立山カルデラ展望台（図1中のD位置）ライブカメラ映像では、立山連峰、弥陀ヶ原及び立山カルデラ*21は雲に覆われていた。



写真3 弥陀ヶ原（図1中のC位置）ライブカメラ映像

*21 「立山カルデラ」については、付図3及び2.7.1.1参照。



写真4 立山カルデラ展望台（図1中のD位置）ライブカメラ映像

2.6.2.3 ライブカメラ映像（立山連峰内）

写真5で示した標高約2,450mの室堂（図1中のE位置）ライブカメラ映像を確認したところ、当日午前中は良好な気象状態であったが、午後になると、雲が発生し始め、本事故発生時も含めほとんどの時間帯において、映像ほぼ一面が雲に覆われた状況であった。



写真5 室堂（図1中のE位置）ライブカメラ映像

また、写真6で示した標高約2,316mの^{だいかんぼう}大観峰（図1中のF位置）ライブカメラ映像からは、立山連峰の東側も午前中はおおむね良好な気象状態ではあるものの、午後になると急激に視程が悪化する状況を示していた。

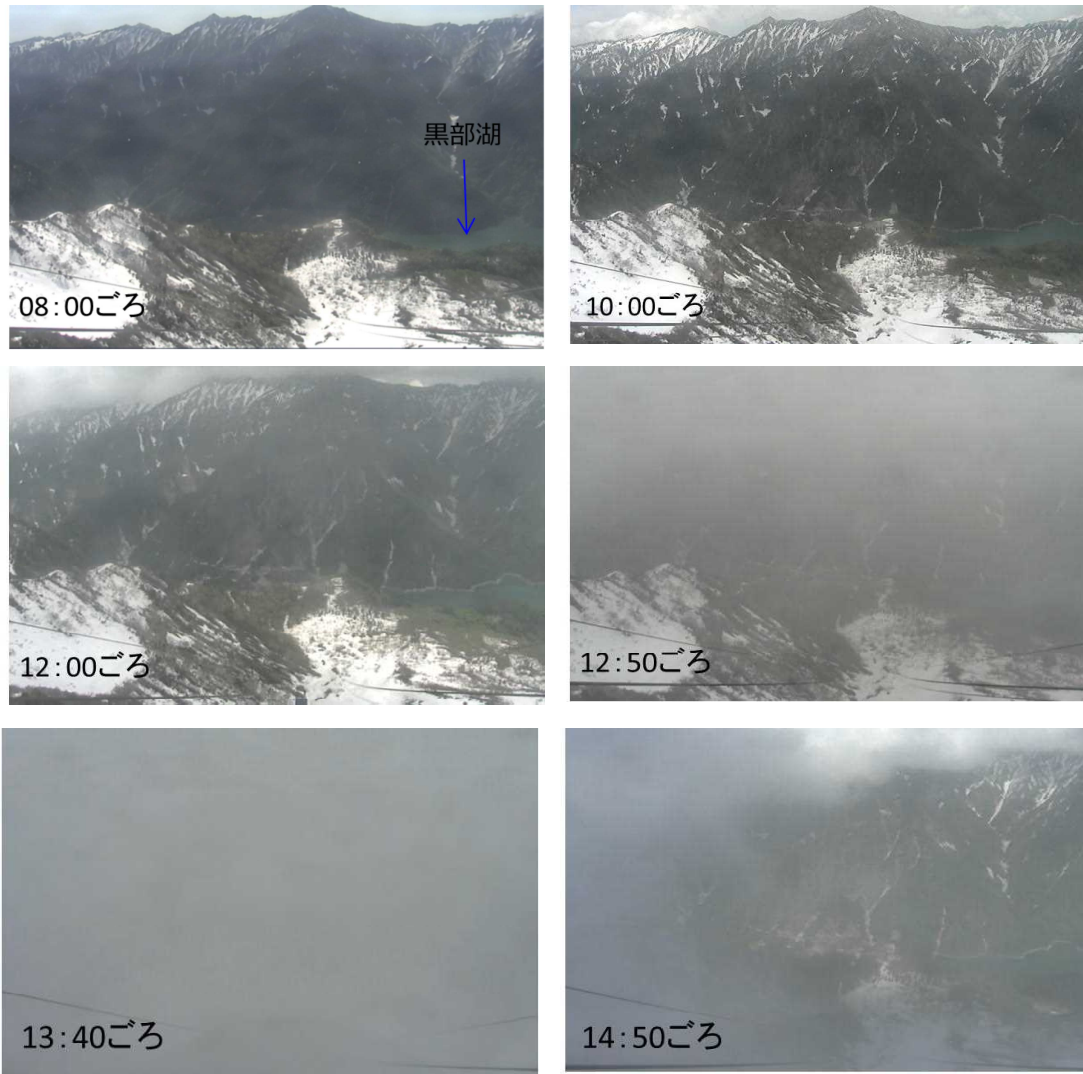


写真6 大観峰（図1中のF位置）ライブカメラ映像

2.6.2.4 ライブカメラ映像（長野県大町から後立山連峰を望む）

長野県大町市山岳博物館から、かしまやりがたけ 鹿島槍ヶ岳、じいがたけ 爺ヶ岳及び蓮華岳等からなる後立山連峰^{*22}を撮影したライブカメラ映像（写真7）では、同機が大町上空を通過した9～10時はおおむね良好な気象状況であったが、13～15時には山頂に積雲系の雲がかかっていた。

*22 「後立山連峰」は、黒部湖を挟んで立山連峰と並列して南北に走る北アルプスの山々の総称で、鹿島槍ヶ岳、爺ヶ岳及び蓮華岳等から構成される。（付図1及び図1参照）



写真7 長野県大町市山岳博物館から見た後立山連峰のライブカメラ映像

2.6.2.5 定期便操縦士からの報告

本事故発生時間帯に、松本空港へ向けて降下中の定期便操縦士は、窓外に見た立山連峰上空の雲の様子について、雲頂約12,000ft、雲底約10,000ft、10,000ft付近の風は350°から約35ktであったと報告していた。

2.6.2.6 動力滑空機操縦士からの報告

本事故発生時間帯に、立山連峰の南方を11,000ftくらいの高度で飛行していた動力滑空機の操縦士は、事故現場から南側約25kmの山脈の山頂には雲がかかり始めており、雲が多かったことを覚えていた。また、同操縦士は、動力滑空機にとって、立山連峰は北西風が山に当たってできる上昇気流を利用できる場所であり、山の風下側は強い下降気流帯となるので、飛行コースを山の風下側に取らないよう注意していると話している。

2.6.2.7 山頂の気温データ（浄土山）

事故現場近くの浄土山^{*23}山頂の気象観測データによると、本事故発生時間帯の気温^{*24}は以下のとおりであった。

*23 付図4に示したとおり、浄土山は標高9,286ft(2,831m)で獅子岳の北約1.3kmに位置する。当該データは、富山大学工学研究部が浄土山南峰山頂に設置した観測器（高さ8mの櫓^{やぐら}）での観測値である。

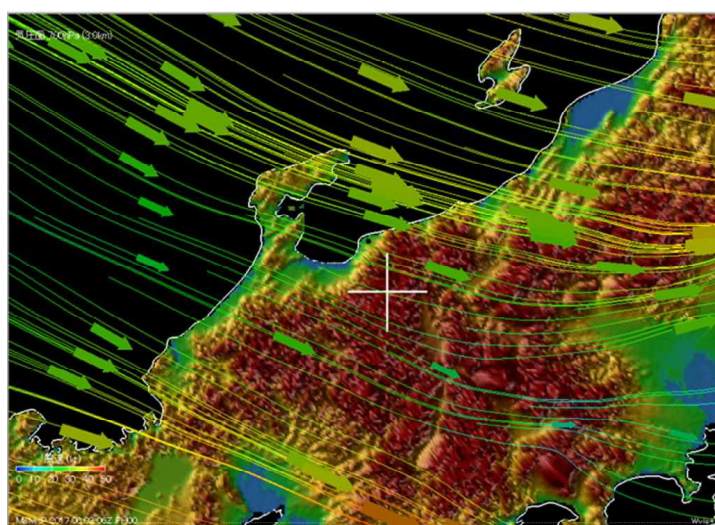
*24 表中の気温は10分毎の瞬間値である。

表1 浄土山山頂の気温

時刻	14時20分	14時30分	14時40分	14時50分	15時00分
気温 (°C)	-1.8	-1.6	-1.2	-1.7	-2.3

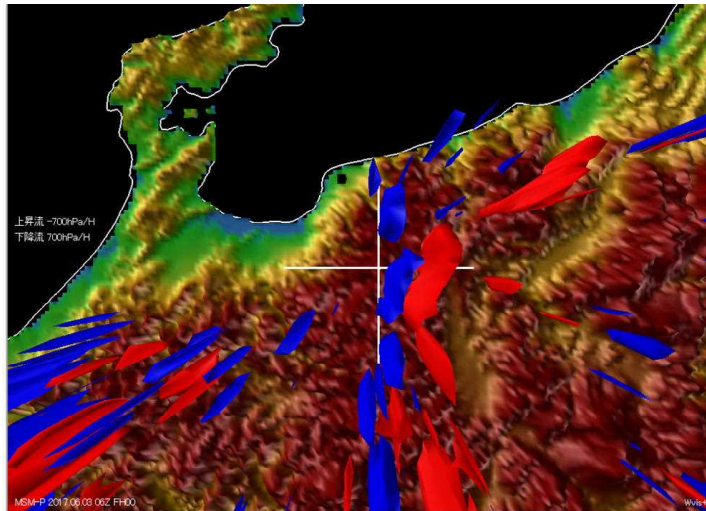
2.6.2.8 数値解析による風及び雲等の状況

本事故発生時間帯における立山連峰山頂付近の気象状態を確認するため、東海大学情報技術センターに数値解析を依頼した。本解析は、統計数理研究所の統計科学スーパーコンピューターシステムを利用し、気象庁提供の数値予報モデルを基に、より高解像度のモデルを作成して可視化したものである。その結果、立山連峰付近の高度約10,000ftでは、約30～40ktの北西風があり、この風の影響で山岳地帯では、上昇流及び下降流があった可能性が示唆された。また、上空及び地上付近の湿域^{*25}については、立山連峰から西側（立山カルデラ側）には湿域があるものの、立山連峰の東側（黒部湖側）は、本事故時間帯には顕著な湿域は認められないことが示唆された。（図2参照）（以下の図の「+」印は、本事故現場を示している。）

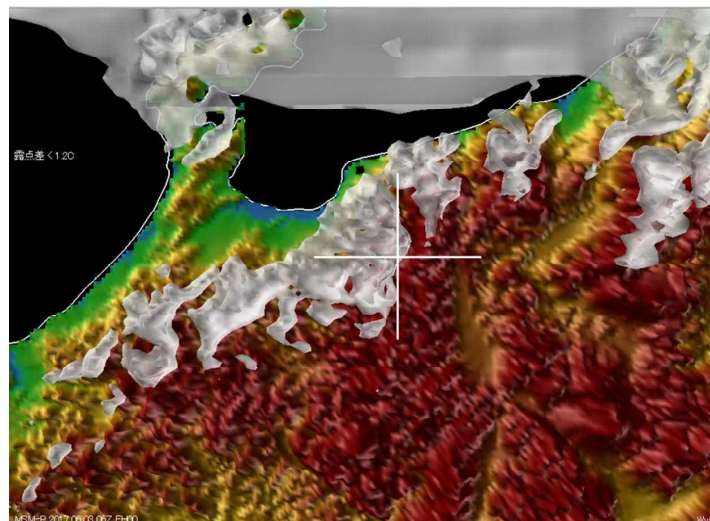


<① 山頂付近の風の状況>

*25 ここでいう「湿域」とは、気温と露点温度の差が1.2℃未満のエリアであり、下層雲又は霧の可能性が高い。



<②上昇流（赤）/下降流（青）の状況>



<③湿域（白色部分）の状況>

図2 数値解析詳細図^{*26}

2.7 事故現場及び機体に関する情報

2.7.1 事故現場の状況

2.7.1.1 立山連峰及び立山カルデラ

同機は、立山連峰の獅子岳南東斜面、付図4中の〔y地点〕^{*27}で発見された。付図1～4に示すとおり、周囲には立山カルデラ、後立山連峰、黒部ダムを有する黒部峡谷等があり、辺り一帯は中部山岳国立公園を形成する日本有数の山岳地帯で、

*26 「数値解析詳細図」は、本事故が発生直後の平成29年6月3日15時00分における700hPa(高度約3,000m:10,000ft)面の解析図である。

*27 本報告書では、付図2及び付図4の推定飛行経路上のポイントとなる地点にアルファベット付の地点名を付け〔a地点〕のように表記している。

事故現場の稜線は登山道となっており、室堂は立山連峰登山者の拠点でもある。また室堂平から弥陀ヶ原の南に位置する東西約6.5km、南北約4.5kmの楕円形の巨大な窪地は、東側を龍王岳・獅子岳、南側をわしだけ とんびやま驚岳・鳶山を外輪山とした立山火山の崩壊と浸食によってできたカルデラでありきゆうしゆん急峻な斜面^{*28}となっている。

2.7.1.2 衝突痕、滑落痕及び機体残骸の状況

県警山岳警備隊は、本事故翌日の6月4日早朝に同機を発見し、その7日後の6月11日に再び現場に入った。同警備隊によると、事故発生現場と思われる獅子岳山頂付近から同機が滑落したと思われる同山の南東斜面の状況は、以下のとおりであった。

多くの残雪があった獅子岳頂上から約10mほど下側の南東斜面の雪上には、稜線に平行な2本の痕跡があった。〔x地点：標高約2,700m〕そして、その脇には支柱が取り付けられた状態の前脚及び左主脚ビームがあり、その少し先には後席に座っていた同乗者A及び同乗者Bのスマートフォン2台があった。さらに、その痕跡に連なってがなりようたい岩稜帯があり、左主輪タイヤ、アクリル窓の破片、折損した左操縦席のそうじゆうかん操縦桿等、多数の同機の破片が散らばっていた。

同機が滑落した痕跡は、山頂付近の岩稜帯から谷に向かう雪斜面に沿って残っており、この斜面にも多くの破片、同機の飛行規程等が発見された。この地点からさらに谷に向かって滑落痕が残っており、6月4日の段階で機体本体が発見された地点〔y地点：標高約2,320m〕の少し上方には、プロペラが付いた状態のエンジンがあった。また、6月11日の段階では、同機は、さらに下方の地点〔z地点：標高約1,970m〕まで滑落していた。

(付図4 推定飛行経路(4)、付図5 事故現場、付図6 推定衝突場所、痕跡等の状況、付図7 機体発見現場、付図8 機体発見時の同機 参照)

2.7.2 機内の状況

県警山岳警備隊によると、同機を発見したときの同機内の損壊状況は以下のとおりであった。

機体の全てのアクリル窓は破壊され、右前席の固定金具は損壊し座席位置がずれており、右席ドアは損壊して開いた状態であり、後部座席は完全に固定金具が破壊され浮いた状態であった。座席後部の荷物置場の防護網は外れ、網に絡まって黄色のきようたい筐体(ELT)が床に転がっており、スイッチはオンの位置で、ピーピーとい

*28 過去の立山連峰西斜面の火山活動、地震により立山カルデラが生成され、立山連峰の西側斜面は急峻な斜面となっている。

う作動音が鳴っていた。また、ELTの補助アンテナは折損していた。



機体発見時、ELTは、後部座席の足元に転がっており
操作パネルのスイッチはオン(ON)位置であった。
ELTの補助アンテナは折損していた。

写真8 機体発見時の同機のELT

2.7.3 損壊の細部状況

同機は、6月4日の機体発見現場〔y地点〕から、6月11日の時点では〔z地点〕まで滑落していた。なお、〔y地点〕での高度計の高度計規正值は29.67 inHgにセットされていた。

7月6日、機体及びエンジン等は現場から回収され同社の龍ヶ崎事業所（茨城県）に搬送され、同事業所にて機体調査を実施し、以下を確認した。

- (1) 胴体：操縦席右風防及び後部座席両窓に割れが発生し、右側ドアは開放状態であった。
胴体後方左側面の外板にしわが発生していた。
- (2) 主翼：左翼端が上方に湾曲しながら後方にねじれていた。
失速警報は正常に機能した。
- (3) 尾翼：右尾翼端が下方へ湾曲していた。
- (4) プロペラ：No.1ブレード及びNo.2ブレードともに、根元付近から前方に反りが認められ、No.2ブレードの先端は後方に湾曲していた。
なお、プロペラ製造者から、プロペラの前方への反りについては、衝突時の回転エネルギー吸収量は低かったとの調査結果の報告があった。
- (5) 着陸装置：前脚は破壊され機体から脱落していた。主脚取付けボルトは両側とも破断しており、左主脚は破壊され脱落し、右主脚は大きく湾曲していた。また、全てのタイヤに損傷はなく、タ

イヤ圧も残っていた。

- (6) エンジン : エンジン・アクセスパネルが全て飛散消失しており、エンジンはプロペラが取り付いたままの状態であった。
(燃料系統) 汚れ、閉塞、漏れの痕跡は認められなかった。
(駆動系統) エンジンを手回しにて確認したが不具合の痕跡は認められなかった。
(潤滑系統) 潤滑油は十分に入っており不純物の混入や汚れは認められなかった。
(点火系統) 点火栓の火花試験、点火タイミングに不具合の痕跡は認められなかった。
(その他のエンジン各部) シリンダ内部には砂や水分、潤滑油等の不純物が確認されたが、不具合の痕跡は認められなかった。
- (7) 操縦系統 : エルロン (補助翼) 及びエレベーター (昇降舵) は拘束されることなく、不具合の痕跡は認められなかった。
- (8) 電気系統 : 関連機器を含め電気系統に異常は認められなかった。
- (9) 諸系統 : バキューム系統 (姿勢計)、ピトー・スタティック系統 (速度計、高度計、昇降計) に不具合の痕跡は認められなかった。
- (10) 操縦席の計器、レバー及びスイッチ類の状況
- 時計は 1 4 時 5 0 分で停止。速度計の指示は 0 kt。回転数計の指示は 0 rpm。
 - 昇降計の指示は + 5 0 fpm。高度計は正常に機能していた。
 - 姿勢指示器、旋回すべり計、方向指示器は不作動。
 - コース偏位指示器 (C D I) のセットは 1 6 0° (No.1)、2 4 0° (No.2)。
 - コース偏位指示器には G S / N A V 表示 (No.1)、N A V 表示 (No.2)。
 - マスタースイッチはオン位置、イグニッションは B O T H 位置。
 - ピトー管ヒーターはオン位置、キャブレターヒートはオン (P U L L 位置)。
 - 代替静圧口はオフ位置。
 - スロットルレバーとミクスチャレバーはほぼ巡航位置にセットされていた。
 - フラップ・レバーは下向きに湾曲しダウン位置に押しつぶされていた。(実際のフラップはアップ位置)
 - V H F 無線機 : 交信用及び航法用共に破損のため、設定周波数は確認できなかった。
 - A D F (自動方向探知機) : N H K 松本放送局 (5 4 0 kHz) に設定。
 - トランスポンダーコード : 0 0 0 0。(数値セットレバーは下げ位置)
 - キャビンヒートコントロールはオン位置。



写真9 計器盤の状況（6月4日〔y地点〕で撮影）

2.8 医学に関する情報

検死の結果、機長及び操縦士Aの血液及び尿からアルコール又は薬物は検出されず、機長は外傷性ショックによる即死、操縦士Aは脳挫傷による即死であった。また、後部座席の同乗者2名については、死因は共に多発外傷、推定死亡時刻は共に同日の17～20時であった。

2.9 通信に関する情報

本事故発生時間帯において、管制機関及び防衛省では、緊急周波数121.5MHzでの緊急通信を受信した記録はなく、また、トランスポンダーによる緊急事態を通報するコード「7700」も、2.10に後述するELTからの緊急信号も受信していなかった。

2.10 搜索救難に関する情報

2.10.1 搜索救難活動の状況

RCCは、15時15分に、東京航空局松本空港出張所から同機に関する情報を入手し、15時50分に、同社から同機が不時着した旨の連絡を受け「遭難の段階」^{*29}と判断した。RCCは、16時50分に、防衛省に対して人命救助に係る災害派遣要請をした。

県警は、15時02分に、同乗者Aから最初の110番通報を受信し、同機の墜落情報を関係部署で共有した。16時25分に、県警へりは、山岳警備隊を同行させ、同機の搜索のため、富山空港を離陸した。県警へりの操縦士によると、搜索救難時の状況は次のとおりであった。

全天を雲が覆っており、山を越えて黒部峡谷へ抜ける飛行ができなかったため、黒部市を經由して黒部川を上流に向け飛行した。現場の立山連峰方面へ飛行し黒部湖上空まで到達したが、全天が雲底高度約2,100mの雲に覆われており、この高度以下のみ搜索を行った。17時00分ごろになると、雲底が下がり約1,900mまで低下するとともに、谷間から雲が湧いてきた。黒部峡谷にも低い雲が発生し始めたため、これ以降の搜索は困難と判断し富山空港へ帰投した。県警によると、県警へりは2系統の無線受信装置を装備しているが、航空管制通信用周波数のほか、県警本部との連絡のための周波数及び航空機相互通信用の周波数を聴取しており、搜索救難に従事する際に121.5MHzの搜索救難周波数は聴取していないとのことであった。

一方、防衛省によると、救難ヘリコプター及び救難搜索双発ジェット機が同機の搜索のため現場に向かった。救難ヘリコプターは雲の下を飛行し黒部ダムまで進出して搜索し、双発ジェット機は、雲上12,500ftを飛行し現場付近の雲の隙間から搜索した。搜索活動中、防衛省の航空機は、搜索救難周波数である121.5MHz及び243MHzをモニターしていたが、事故当日の6月3日に緊急信号は受信しなかった。

事故翌日の6月4日、04時38分、県警へりは、富山空港を同機の搜索のため離陸し、05時01分、獅子岳南東斜面に同機を発見した。

同日06時02分及び06時08分に防衛省の航空機は、同機のものと思われる弱い緊急信号を受信した。

*29 「遭難の段階」は、搜索救難を発動する緊急状態基準の最終段階である。

2.10.2 国際民間航空条約の規定

国際民間航空条約（シカゴ条約）第12附属書には、航空事故発生時の捜索救難機関の装備について以下の規定（標準^{*30}及び勧告方式^{*31}）がある。（抜粋）

2.6 Search and rescue equipment

2.6.1 Search and rescue units shall be provided with equipment for locating promptly, and for providing adequate assistance at, the scene of an accident.

2.6.2 (Recommendation) – Each search and rescue unit should have means of rapid and reliable two-way communication with other search and rescue facilities engaged in the same operation.

2.6.3 Each search and rescue aircraft shall be equipped to be able to communicate on the aeronautical distress and onscene frequencies and on such other frequencies as may be prescribed.

2.6.4 Each search and rescue aircraft shall be equipped with a device for homing on distress frequencies.

（仮訳）

2.6.1 捜索救難機関は事故発生場所を迅速に特定し、事故現場において適切な援助を提供するための装備を備えなければならない。

2.6.2（勧告） – 各捜索救難機関は、捜索救難に従事する他の機関と迅速かつ信頼性の高い送受信ができる装置を装備するべきである。

2.6.3 捜索救難に従事する各航空機は、捜索救難周波数、現場で使用する通信周波数及び規定された他の周波数で交信できるような装置を装備しなければならない。

2.6.4 捜索救難に従事する各航空機は、緊急信号発信地にホーミングできる機器を装備しなければならない。

2.10.3 座席及びシートベルトに関する情報

県警山岳警備隊によると、同機を発見したときの搭乗者の状況は以下のとおりであった。

*30 「標準」とは、物理的特性、形状、資材、性能、要員、または手続についての細則であって、それを一律に適用することが国際航空の安全又は秩序にとって欠かせないものと認められるもので、締約国が条約に従って遵守するものである。

*31 「勧告方式」とは、物理的特性、形状、資材、性能、要員、または手続についての細則であって、それを一律に適用することが、国際航空の安全、秩序、または効率にとって望ましいと認められているので、締約国が条約に従って遵守するよう努力するものである。

右前席の機長は、腰シートベルトを着用していたが、ショルダーハーネスは着用しておらず、損壊したドアから上半身が出ていた。左前席の操縦士Aも腰シートベルトは着用していたが、ショルダーハーネスを着用していなかった。右後席に着席していた同乗者A及び左後席に着席していた同乗者Bは、腰シートベルトとショルダーハーネスが一体化した3点式シートベルトを着用していなかった。

2.1.1 ARSRの記録

ARSRは、航空路上の航空機の位置を探知し、航空機の誘導及び航空機相互間の間隔設定等レーダーを用いた航空路管制業務に使用されており半径200nmの空域をカバーしている。本事故調査においては、能登（石川県）に設置されているレーダーで捕捉された航空機固有のコードを付与していないVFR機のトランスポンダーコード：1200を分析し、富山空港を離陸した時刻、飛行経路、応答信号が途絶した位置、時刻等から同機の航跡であると推定した。

なお、2.7.3に記述したとおり、本事故発生時の同機の高度計のQNHセットは29.67inHgであったが、ARSRには、高度計規正值29.92inHgで補正された高度が記録されるため、同機の高度計の読み取り高度とARSRの記録高度の間には、約250ftの差が生じる。また、ARSRには高度は100ft単位で記録されるため、記録高度には±50ftの差が含まれている。

2.1.2 航空法の規定

2.12.1 有視界気象状態

航空法施行規則第5条では、「有視界気象状態」について以下のとおり規定している。（抜粋）なお、図3～5は運輸安全委員会が図式化して作成した。

二 3,000m未満の高度で飛行する航空機（次号に掲げる航空機を除く。）

次に掲げる航空機の区分に応じそれぞれに掲げる気象状態

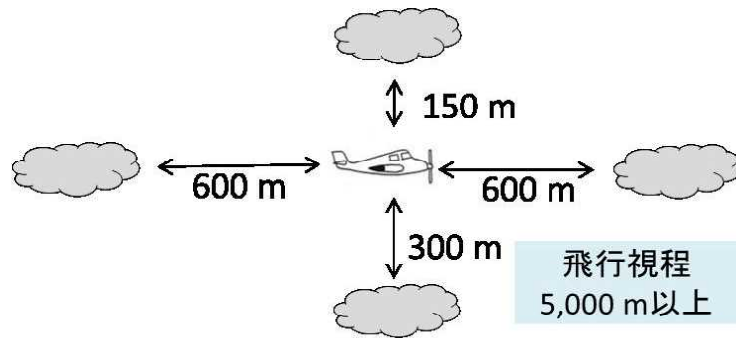
イ 航空交通管制区^{*32}、航空交通管制圏又は航空交通情報圏を飛行する航空機
次に掲げる条件に適合する気象状態

(1) 飛行視程が5,000m以上であること。

(2) 航空機からの垂直距離が上方に150m、下方に300mである範囲内に雲がないこと。

(3) 航空機からの水平距離が600mである範囲内に雲がないこと。

*32 同機が飛行した空域のうち、地表面から600m（2,000ft）以上の空域は、航空交通管制圏又は航空交通管制区であり、第二号の「イ」が適用となり、同機が山間を飛行し地表面から600m（2,000ft）未満の空域を飛行していた場合には、管制区外となるため第二号の「ロ」が適用され、さらに、同機が地表面から300m以下の高度で飛行していた場合には、第三号が適用となる。

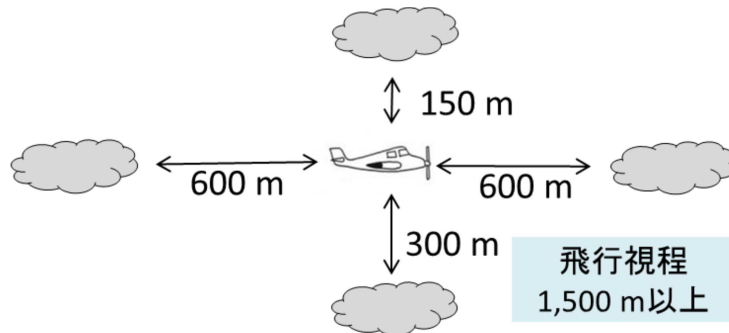


(高度3,000 m未満の管制区、管制圏及び情報圏を飛行する航空機)

図3 有視界気象状態 (1)

ロ 管制区、管制圏及び情報圏以外の空域を飛行する航空機
次に掲げる条件に適合する気象状態

- (1) 飛行視程が1,500 m以上であること。
- (2) 航空機からの垂直距離が上方に150 m、下方に300 mである範囲内に雲がないこと。
- (3) 航空機からの水平距離が600 mである範囲内に雲がないこと。



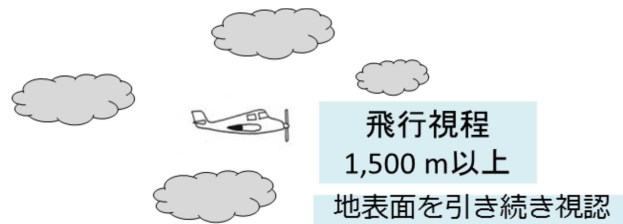
(高度3,000 m未満の管制区、管制圏及び情報圏以外の空域を飛行する航空機)

図4 有視界気象状態 (2)

三 管制区、管制圏及び情報圏以外の空域を地表又は水面から300 m以下の高度で飛行する航空機

次に掲げる航空機の区分に応じそれぞれに掲げる気象状態

- (1) 飛行視程が1,500 m以上であること。
- (2) 航空機が雲から離れて飛行でき、かつ、操縦者が地表を引き続き視認することができること。



(管制区、管制圏及び情報圏以外の空域を地表面から300m以下の高度で飛行する航空機)

図5 有視界気象状態 (3)

2.12.2 最低安全高度

有視界飛行方式により飛行する航空機の最低安全高度について、航空法施行規則第174条では以下のとおり規定している。(抜粋)

- 一 有視界飛行方式により飛行する航空機にあつては、飛行中動力装置のみが停止した場合に地上又は水上の人又は物件に危険を及ぼすことなく着陸できる高度及び次の高度のうちいずれか高いもの
 - イ 人又は家屋の密集している地域の上空にあつては、当該航空機を中心として水平距離600mの範囲内の最も高い障害物の上端から300mの高度
 - ロ 人又は家屋のない地域及び広い水面の上空にあつては、地上又は水上の人又は物件から150m以上の距離を保つて飛行することのできる高度
 - ハ イ及びロに規定する地域以外の地域の上空にあつては、地表面又は水面から150m以上の高度 (以下、略)

2.13 同社の規程

2.13.1 引き返しの決断及び緊急通信等

同社の運航業務実施規程には、航空機使用事業での有視界飛行方式の場合は、極力山岳地帯及び海上の飛行を避けること、経路上の気象状態が高度、経路を変更してもVMC^{*33}を維持できないこととなる場合には、残存燃料を考慮して、引き返し、着陸地変更等の適切な飛行計画の変更を行うこと、及び緊急事態が発生した場合は遭難した場合には、機長は緊急通信又は遭難通信を行うことが規定されている。

2.13.2 同型機の性能

同型機の操縦士操縦ハンドブック (以下「POH」という。)には、以下の記述がある。

*33 「VMC」とは、有視界気象状態である。

(1) 上昇性能

- ・実用上昇限度：13,000ft

表2 最大上昇率

Weight (LBS)	Press ALT (FT)	Climb Speed (KIAS)	Rate of Climb (fpm)			
			-20°C	0°C	10°C	20°C
2,400	S.L	76	805	745	685	625
	2,000	75	695	640	580	525
	4,000	74	590	535	480	420
	6,000	73	485	430	375	320
	8,000	72	380	330	275	220
	10,000	71	275	225	175	...
	12,000	70	175	125

(条件) フラップUP、スロットル全開。

(注) 3,000ft以上では、最大回転数とするためミクスチャを絞ること。

同型機の製造者は、気象状況、重量によっては、12,000ftよりも高い高度まで飛行できるとしている。

(2) 失速速度

表3 失速速度 (CG位置最後方時)

Weight (LBS)	Flap Deflection	Angle of Bank			
		0°	30°	45°	60°
		KIAS			
2,400	UP	44	47	52	62
	10°	35	38	42	49
	30°	33	35	39	47

(条件) パワーオフ

(注) 失速回復中の高度損失は230ftである。

2.13.3 着氷気象状態での飛行禁止等

同機の飛行規程の限界事項には、予知される着氷気象状態での飛行は禁止されている旨が記載されている。また、非常操作には下記のチェックリストが規定されており、不測に着氷状態に遭遇した場合の最善の方法は、引き返すか又は高度を変更して着氷状態から離脱することであると記載されている。(抜粋)

不測に着氷状態に遭遇した場合

1. ピトー・ヒート・スイッチをオンにする。
2. 引き返すか、着氷が減少する外気温が得られるよう高度を変える。

3. キャビン・ヒート・コントロールを一杯に引き出し、風防デフロストの風量が最大となるようにデフロスター出口を開ける。最大デフロスター温度及び風量になるようキャビン・エア・コントロールを調整する。
4. スロットルを開き、プロペラブレードの着氷を最小限に食い止めるよう、エンジン回転数を上げる。
5. キャブレター・エア・フィルターの着氷の徴候に気をつけ、必要に応じキャブレター・ヒートを使用する。不可解なエンジン回転数の低下はキャブレター・アイス又はインテーク・フィルター・アイスであろう。キャブレター・ヒートを使用し続けている場合は最大回転数が得られるようミクスチャを薄くする。
6. 最寄りの空港への着陸を計画する。着氷の程度が激しい場合は適当な不時着場を選定する。
7. 主翼前縁に1/4インチ又はそれ以上の厚さに着氷した場合はストール・スピードは明らかに速くなることを心得ておかなければならない。
8. フラップは上げたままの状態を保つ。(中略)
9. 左側の窓を開け、出来るならばランディング・アプローチのための視界が得られるよう風防部の氷をかき取る。
(中略)

2.14 機長及び操縦士Aの飛行経歴

2.14.1 機長の飛行経歴

事故発生までの約1か月間における飛行経歴^{*34}は、以下のとおりであった。

*34 表中、例えば「28:22」とは、28時間22分の飛行時間を示している。

表4 機長の飛行経歴（事故前約1か月間）

日付	飛行回数	総飛行時間	飛行の種類	飛行経路（抜粋）
平成29年5月3日	4	2:10	遊覧飛行	松本空港-島々-上高地-穂高岳-槍ヶ岳-松本空港 松本空港-島々-上高地-穂高岳-槍ヶ岳-松本空港
平成29年5月4日	2	0:30	遊覧飛行	松本空港-諏訪-松本空港
平成29年5月5日	4	0:50	遊覧飛行	松本空港-松本-松本空港 松本空港-安曇野-松本空港
平成29年5月6日	1	0:10	遊覧飛行	松本空港-松本-松本空港
平成29年5月7日	3	1:43	訓練飛行 遊覧飛行	松本空港-松本-松本空港 松本空港-島々-穂高岳-槍ヶ岳-松本空港
平成29年5月8日	2	6:23	写真撮影飛行	松本空港-島々-上高地-穂高岳-槍ヶ岳-松本空港 松本空港-長野-信濃町-妙高-上越-松本空港
平成29年5月12日	1	0:30	写真撮影飛行	松本空港-諏訪-美ヶ原-松本空港
平成29年5月17日	3	4:06	写真撮影飛行 委託運航	松本空港-長野-千曲-松本-松本空港 松本空港-庄内空港-松本空港
平成29年5月19日	2	1:45	委託運航	松本空港-庄内空港-松本空港
平成29年5月20日	2	0:50	遊覧飛行	松本空港-島々-上高地-穂高岳-松本-松本空港
平成27年5月21日	1	1:10	遊覧飛行	松本空港-諏訪-茅野-松本空港
平成29年5月24日	2	2:05	遊覧飛行 写真撮影飛行	松本空港-上高地-穂高岳-黒部ダム-松本空港 松本空港-上田-小諸-松本空港
平成29年5月26日	2	0:40	遊覧飛行	松本空港-安曇野-松本空港 松本空港-安曇野-松本空港
平成29年5月26日	3	3:02	委託運航	松本空港-庄内空港-松本空港-八尾空港
平成29年5月28日	2	2:05	遊覧飛行 写真撮影飛行	松本空港-長野-飯綱町-須坂-松本空港 松本空港-諏訪-安曇野-松本空港
平成29年5月29日	1	0:56	写真撮影飛行	松本空港-長野-上田-松本空港
平成29年5月31日	1	1:08	写真撮影飛行	松本空港-須坂-松本-松本空港
平成29年6月3日	1	1:34	訓練飛行 (教官)	松本空港-大町-糸魚川-魚津-富山空港

2.14.2 操縦士Aの飛行経歴

操縦士Aは、平成19年8月に操縦訓練を開始し、そのほとんどは機長が教官を務めていた。操縦士Aは、平成24年1月に自家用ライセンスを取得後の平成28年4月以降毎月約1時間の飛行を定期的実施していた。

操縦士Aの個人飛行記録によると、操縦士Aは、平成24年4月、平成26年10月及び平成27年6月に、飛行経路については不明であるが、富山空港へ飛行しており、本事故日の飛行が富山空港への4回目の飛行であった。なお、操縦士Aの機長職務実施飛行時間は92時間39分であった。

表5 操縦士Aの飛行経歴（平成26年10月以降を抜粋）

日付	飛行経路（抜粋）	搭乗人数	飛行計画上の機長名
平成26年10月26日	松本空港-富山空港/富山空港-松本空港（経路不明）	(不明)	(不明)
平成27年6月7日	松本空港-富山空港/富山空港-松本空港（経路不明）	(不明)	(不明)
平成28年4月3日	松本空港-諏訪-茅野-松本空港	3	操縦士A
平成28年4月23日	松本空港-美ヶ原-茅野-諏訪-松本空港	2	操縦士A
平成28年5月5日	松本空港-諏訪-茅野-松本空港	2	操縦士A
平成28年5月22日	松本空港-美ヶ原-白樺湖-茅野-諏訪-松本空港	4	操縦士A
平成28年6月4日	松本空港-島々-上高地-穂高岳-槍ヶ岳-黒部ダム-松本空港	2	操縦士A
平成28年6月18日	松本空港-島々-乗鞍岳-大滝村-木曾福島-松本空港	1	操縦士A
平成28年7月10日	松本空港-鳥居峠-大滝村-木曾福島-松本空港	3	操縦士A
平成28年7月31日	松本空港-島々-穂高岳-槍ヶ岳-黒部ダム-大町-松本空港	3	操縦士A
平成28年8月20日	松本空港-大町-松本空港	1	操縦士A
平成28年9月4日	松本空港-諏訪-松本空港	1	操縦士A
平成28年9月25日	往路： 松本空港-甲府-大月-小田原-大島空港 復路： 大島空港-伊藤-富士宮-韮崎-松本空港	4	機長
平成28年10月2日	松本空港-諏訪-茅野-松本空港	2	操縦士A
平成28年10月23日	松本空港-諏訪-茅野-松本空港	2	操縦士A
平成28年11月13日	松本空港-島々-穂高岳-槍ヶ岳-黒部ダム-大町-松本空港	2	操縦士A
平成28年12月4日	松本空港-島々-穂高岳-槍ヶ岳-黒部ダム-大町-松本空港	1	操縦士A
平成29年1月9日	松本空港-諏訪-茅野-松本空港	1	操縦士A
平成29年2月12日	松本空港-美ヶ原-茅野-諏訪-松本空港	2	操縦士A
平成29年3月5日	松本空港-島々-上高地-穂高岳-槍ヶ岳-黒部ダム-松本空港	2	操縦士A
平成29年4月2日	松本空港-諏訪-岡谷-松本空港	2	操縦士A
平成29年4月23日	松本空港-島々-穂高岳-槍ヶ岳-黒部ダム-松本空港	3	操縦士A
平成29年5月14日	松本空港-大町-安曇野-松本空港	1	操縦士A
平成29年6月3日	松本空港-大町-糸魚川-魚津-富山空港	4	機長

2.15 着氷

2.15.1 着氷が生じる状況

2015年10月25日発行の“FAA-AC_91-74B (Flight in Icing Condition)”（以下「FAA-AC着氷状態での飛行」という。）には、着氷が生じる状況及び着氷の探知に関して以下のとおり記載されている。（抜粋）

Aircraft icing remains a key aviation safety issue. Accident data has shown that pilots are (intentionally or inadvertently) flying aircraft not certificated for flight in icing conditions into such conditions, often with fatal results. (omitted)

If an aircraft is not certificated for flight in icing conditions, each flight should be planned carefully so that icing conditions are avoided. During a flight, the pilots should monitor available weather information

and be aware of conditions that might require a change of flight plan to avoid icing conditions. In the event of an inadvertent icing encounter, the pilot should take appropriate action to exit the conditions immediately. (omitted)

*Nearly all aircraft icing occurs in supercooled clouds. (omitted)
At OAT close to 0° C (32° F), the cloud may consist entirely of such drops, with few or no ice particles present. (omitted)*

Ice accumulation is often greatest at temperatures not too far below 0° C (32° F), where LWC can be abundant.

(仮訳)

航空機の着氷は航空機の安全にとって重要な問題のひとつである。操縦士は（意図して又は不用意に）着氷気象状態での飛行を承認されていない飛行機でそのような状態での飛行をしているという事故データがあり、しばしば重大な結果を招いている。（中略）

航空機が着氷気象状態での飛行を承認されていない場合、着氷気象状態を飛行することのないよう注意深く飛行計画するべきである。飛行中、操縦士は、気象情報を可能な限り収集し、着氷気象状態を回避するために飛行計画を変更する事態となることにも留意するべきである。不用意に着氷気象状態に遭遇した場合には、操縦士は直ちにそこから脱出する行動を取るべきである。（中略）

ほとんど全ての航空機への着氷は過冷却雲で起こる。（中略）外気温 0° C（32° F）では、氷粒はなくほとんどが過冷却水滴である。（中略）氷の堆積は、水分量が豊富な気温 0° C（32° F）を少し下回った近辺で最大となる。（中略）

2.15.2 着氷の影響

「FAA-AC 着氷状態での飛行」では、着氷の影響について以下の記載がある。

(抜粋)

A thin ice accretion on critical surfaces that develops in a matter of minutes can have dramatic effects on stall speeds, stability, and control.

(omitted)

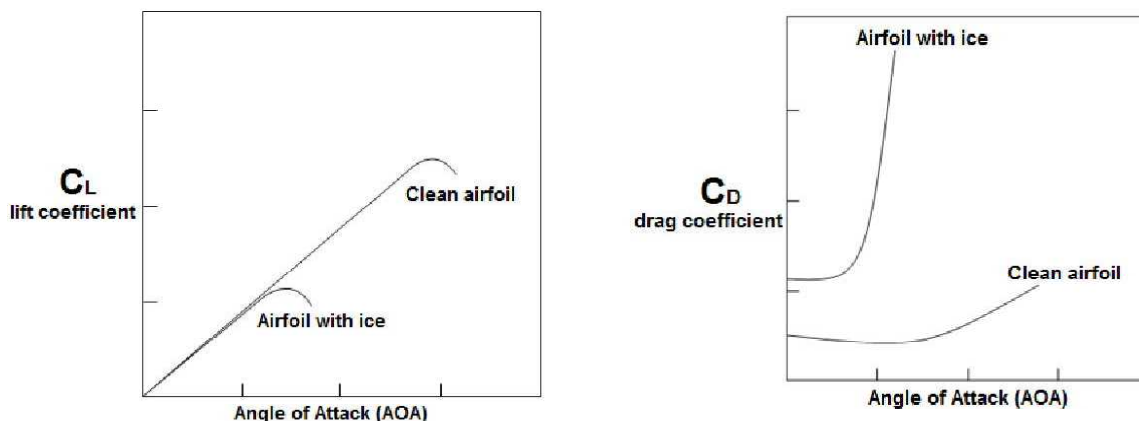
Note that the Maximum Coefficient of Lift (CLmax) is significantly reduced by the ice, and the Angle of Attack (AOA) at which a stall occurs (the stall angle) is much lower with ice than without ice. (omitted)

A significant reduction in CLmax and a reduction in the AOA where stall occurs can result from a relatively small ice accretion. (omitted)

A reduction of CLmax by 30 percent is not unusual. (omitted) Drag tends to

increase steadily as ice accretes. An airfoil drag increase of 100 percent is not unusual.

Ice forms on aircraft structures and surfaces when supercooled droplets adhere to them and freeze. Small and/or narrow objects are the best collectors of drops and ice up most rapidly. This is why a small protuberance within sight of the pilot can be used as an ice evidence probe.



(仮訳)

機体の重要部位へのほんの数分間に堆積した薄い氷が、失速速度、安定性及び操縦性に重大な影響を与える。(中略)

着氷は、最大揚力係数 (C_{Lmax}) を大きく減少させ、失速が起こる迎え角 (AOA) は着氷がない場合に比べてずっと低くなる。(中略) 最大揚力係数 (C_{Lmax}) の顕著な減少、失速が起こる迎え角 (AOA) の減少は比較的わずかな着氷でも生じる。

(中略) 最大揚力係数 (C_{Lmax}) が30%減少することもある。(中略) 機体抗力は着氷が増えるにつれて増加する傾向がある。翼の抗力が100%増えることもある。

過冷却水滴が航空機構造及び表面に付着し凍結すると氷となる。過冷却水滴は小さな及び／又は鋭角の物体に最もよく付着しやすく、氷が急速に堆積する。このため、パイロットの視界に入る機体の小さな突起物は着氷を見つける手がかりとなる。

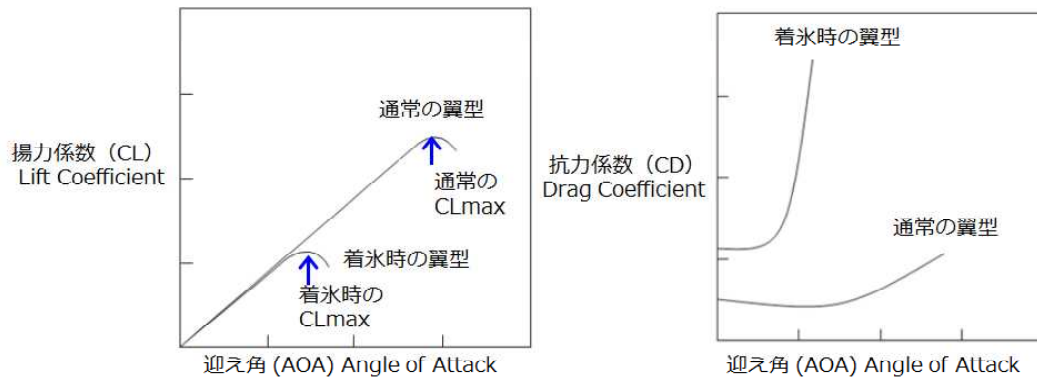


図6 揚力係数/抗力係数と迎え角

2.15.3 山岳地帯での着氷

2016年8月26日発行の“FAA-AC_00-06B (Aviation Weather)” (以下「FAA-AC航空気象」という。)には、山岳地帯での着氷について以下の記載がある。(抜粋)

Icing is more likely and more severe in mountainous regions. Mountain ranges cause upward air motions on their windward side. These vertical currents support large supercooled water droplets above the freezing level.

(omitted) The most severe icing occurs above the crests and on the ridges' windward side. This zone usually extends to about 5,000 feet above the mountaintops, but can extend much higher if cumuliform clouds develop.

Icing with mountains can be especially hazardous because a pilot may be unable to descend to above freezing temperatures due to terrain elevation. If a pilot approaches a mountain ridge from the windward side, his aircraft may be unable to climb above the mountaintops, or even maintain altitude due to severe ice accumulation. The end result may be a crash.

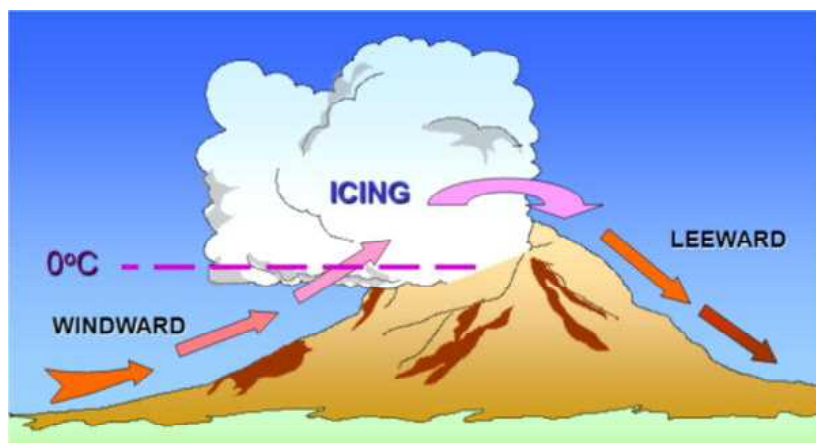


図7 山岳地帯での着氷

(仮訳)

着氷は山岳地帯でより遭遇しやすく、より厳しくなる。山脈の風上側には上昇気流が生じる。この垂直方向の流れは大きな過冷却水滴を氷結高度以上に押し上げる。(中略)最も強い着氷は、山頂上及び風上側の峰で起こる。このゾーンは、通常、山頂から5,000ft以上にまで及び、積雲系の雲が発達していればもっと高くなる。

山岳地帯での着氷は、山の標高が高いため、操縦士が氷結点以上となる高度まで降下できない可能性があるため一層危険である。もしも操縦士が風上側から山脈に近づいていた場合、多くの着氷の堆積で、飛行機は、山頂にまでも上昇できないかも知れないし、高度維持さえできないかも知れない。その結果、山に衝突するかも知れない。

2.16 山岳地帯の飛行について

2.16.1 山岳飛行時の備え及び注意事項

F A A発行のFAA-P-8740-60 AFS-803 (1999) "Tips on Mountain Flying" (以下「F A A文書 山岳飛行のための知恵」という。)には以下の記述がある。(抜粋)

2.16.1.1 操縦士への要件

Because of the more demanding nature of mountain flying, you should carefully consider your experience and background before beginning a flight into mountainous terrain. (omitted) First, it is essential that you consider attending a recognized mountain flying course to give you the knowledge and skills you will need to be safe. Second, it is usually a good idea to wait until you have at least 150 hours of pilot in command time logged before taking mountain training. Pilots with this amount of time have usually had time to become more familiar and comfortable with the airplane and with planning flying trips.

(仮訳)

山岳飛行は通常飛行に比べて過酷であるため、山岳飛行を始める前に、経験及び知識を慎重に考慮するべきである。(中略)まず第一に、安全飛行に必要な知識及び技量を得るため認定された山岳飛行の訓練コースへの参加を考慮することが必須である。(中略)第二に、少なくともPICとして150時間以上飛行するまでは山岳飛行訓練を控えた方がよい。この程度の時間をPICとして飛行すれば、操縦士は飛行機及び飛行計画を策定することにも慣れてゆとりがでてくる。

2.16.1.2 飛行機への要件

Mountain flying presents demands on both the pilot and the airplane

that may require more performance than light training aircraft have to offer. (omitted) .160 horsepower should be considered minimum for the airplane with a pilot with minimum mountain experience. Even that, however, will greatly limit your ability to react to strong winds and the up and down drafts they may cause. The aircraft gross weight and its affect on performance should be carefully considered. A minimum of 60 horsepower per occupant should be considered minimum.

(仮訳)

山岳飛行では、軽量の訓練機での飛行よりも、操縦士の高い能力と飛行機の高い性能が必要とされる。(中略) 山岳飛行の経験が少ない操縦士が1名で飛行するとき、最低限160馬力の飛行機^{*35}での飛行を考慮すべきであるが、強風や強風による上昇下降流に対処するには、馬力のある飛行機であっても、その能力は限定的である。飛行機の総重量及びそれが飛行機性能に与える影響を慎重に考慮すべきである。搭乗者1名につき最低限60馬力が必要であることと考えるべきである。

2.16.1.3 気象条件の要件

It is suggested that you cross mountain passes at an altitude at least 1,000 feet above the pass elevation.. (omitted) You should make sure that you have at least a 2,000 foot ceiling over the highest pass you will cross. (omitted)

Many experienced mountain pilots recommend having at least 15 miles of visibility before attempting mountain flights. (omitted)

Strong winds can cause some of the most dangerous conditions you'll have to contend with in the mountains. To minimize the chance of encountering dangerous turbulence, mountain flying should not be attempted if the winds aloft forecast at mountain top levels are greater than 25 knots. Above this level, potentially dangerous turbulence, as well as very strong up and down drafts are likely.

(仮訳)

山岳飛行をする場合、山岳の標高から少なくとも1,000ft上空を飛行することが推奨される。(中略) 雲の高さ(シーリング)は、越えようとする最も高い山

*35 セスナ式172P型は160馬力である。

頂から2,000ft以上あることを確認するべきである。(中略)

山岳飛行経験のある多くの操縦士は、山岳飛行をする際に少なくとも15マイル(約24km)の視程を推奨している。(中略)

強風は、山岳地帯で操縦士が対処する最も危険な状況を引き起こす。危険な乱気流との遭遇を最小限にするため、山頂上空で25kt以上の強風を予報しているときは山岳飛行をするべきではない。山頂より上では、非常に強い上昇下降流及び潜在的な危険な乱気流に遭遇する可能性がある。

2.16.1.4 稜線及び峠の通過

On most mountain flights, you will need to cross at least one ridge or pass. Experienced pilots recommend crossing a ridge or pass at the ridge elevation plus at least 1,000 feet. If the winds at mountain top level are above 20 knots, increase that to 2,000 feet. Plan to be at that altitude at least three miles before reaching the ridge and stay at that altitude until at least three miles past it. This clearance zone will give you a reasonable safety zone to avoid the most severe turbulence and down drafts in windy conditions.

(仮訳)

ほとんどの山岳飛行では、稜線及び峠を通過することが必要となる。経験ある操縦士は頂上から少なくとも1,000ft離れた高度で稜線又は峠を通過することを推奨している。山頂で20kt以上の風がある場合、これを2,000ftに引き上げる。少なくとも稜線到達の3nm手前ではその(通過)高度に到達し、稜線通過後、少なくとも3nmはその高度にとどまるよう計画すること。このクリアランスゾーンは、風の強い状況下で、最も激しい乱気流や下降流を避けるための理にかなった安全圏となる。

2.16.1.5 気象状況が悪化した場合の措置

A particularly difficult situation for most pilots to deal with is weather that deteriorates enroute. The urge to continue is very strong, with the thought that it will get better if we just continue a little farther. However, continuing is often the worst thing you can do. When the weather begins to deteriorate, begin to consider what your options are. Your flight planning should have included planning for alternate routes or airports and those should be exercised before getting into poor weather. Divert to an alternate airport or return to your departure

airport and reconsider the weather conditions.

If the weather closes off all other possible options, the best thing to do might be to make an off airport landing. Making a landing under control while you still have enough visibility to select a good site is preferable to continuing into poor weather and crashing into terrain that you can't see.

(仮訳)

多くの操縦士にとって、飛行中の気象悪化は特に困難な状況といえる。もう少し飛び続ければ、きっと回復するという思いがあり、飛行を継続したい気持ちはとても強くなる。しかし、飛行の継続は、往々にして最悪の決断である。気象状態が悪化し始めたら、自分に残されたオプションを考え始めなければならない。あなたの計画には、代替経路又は代替空港が含まれていたはずであり、気象状態が悪化する前にこれらを選択すべきである。代替空港へのダイバート又は出発空港への引き返しを行い、気象状態を再考すべきである。

もしも、気象状態が全てのオプションを塞いでしまったのなら、やるべきことは空港以外の場所への着陸である。悪化した気象状態の中を飛行し続け、見えない地表に衝突するよりも、着陸に適した場所を選択するための十分な視程が確保できている間に、操縦可能な状況で着陸することが望ましい。

2.16.2 山頂付近での乱気流

- (1) F A A - A C 航空気象には、山頂付近での乱気流に関して以下のとおり記載されている。(抜粋)

Mountain waves often produce violent downdrafts on the immediate leeward side of the mountain barrier. Sometimes the downward speed exceeds the maximum climb rate of an aircraft and may drive the aircraft into the mountainside.

(仮訳)

山岳波は、しばしば、風が山脈を越えた直後の風下側で猛烈な下降流を生成する。下降流の速度は航空機の最大上昇率を越えることがあり、航空機が山腹に衝突することもある。

(2) 山岳波に関して、文献^{*36}に次のような記載がある。

山脈の風下側に山岳波が発生しやすく、周囲との高度差が大きい山脈、山頂付近の風速が強いほど山岳波の振幅は大きくなり、かつ、山脈高度付近の風向が山脈にほぼ直角であるときは、山岳波が発生しやすい。

山岳地帯を低高度で飛行する航空機は、山頂高度の風速が20 kt以上ある場合、並み以上のタービュランス、強い下降流等との遭遇を考える必要があり、山岳波を避けるには、飛行高度は山頂の上5,000 ft以上をとることが望ましいが、最低でも2,000 ftは必要である。

2.17 E L T（航空機用救命無線機）

2.17.1 E L Tに関する規定

航空機への救急用具の装備義務については航空法第62条に規定されており、装備しなければならない航空機や品目、数量等については航空法施行規則第150条に規定されている。平成20年、国際民間航空条約（シカゴ条約）第10附属書の改正に準拠し、E L Tに関する装備要件が改められ、我が国においても捜索救難時の位置検索が迅速に行えるようにする等のため同施行規則の救急用具の装備要件が改正された。この改正により、航空機の区分に応じ、一又は二式のE L Tの装備が義務付けられることとなった。このうち、最初の耐空証明等が平成20年7月1日以降になされた飛行機に装備するE L Tの一式は、衝撃により自動的に作動するもの（以下「自動型E L T」という。）でなければならないと規定されているが、同機は昭和61年11月に最初の耐空証明を受けており自動型E L TではないE L Tの装備も認められる機体であり、一式を装備することが義務付けられていた。

また、国際民間航空条約（シカゴ条約）第6附属書によると、E L Tは、自動型固定タイプ（A F）、自動型携行タイプ（A P）、自動型展張タイプ（A D）及びサバイバルタイプ（S）の4種類に分類される。同機には自動型携行タイプのE L T（KANNAD 406型）一式が搭載されていた。

2.17.2 同機に搭載されていたE L T

2.17.2.1 製造者マニュアルの記載

同機に搭載されていたE L Tの製造者マニュアルには以下の内容の記述がある。

自動型携行タイプのE L Tは、航空機に装備するE L Tであり、機体に付けた外部アンテナから、救出活動のための121.5 MHz及び243 MHz緊急信号を継続的

*36 市来敏綱著、「航空気象講義ノート」（鳳文ブックス、平成29年）。

に送信するとともに、遭難した機体の正確な位置及び機体を識別するための406 MHz緊急信号^{*37}を50秒ごとに捜索救難衛星に向けて送信する。また、サバイバルタイプのELTとして使用する場合は補助アンテナを使用する。

航空機の尾部近くにブラケット（架台）が取り付けられ、ELTは、面ファスナー^{*38}ベルトでブラケットに固定される。操作パネルには、アーム（ARM）/オフ（OFF）/オン（ON）の3つの位置を選択するトグルスイッチがあり、通常飛行時にはアーム位置にセットすることにより、衝撃を受けたときにGスイッチ^{*39}が自動的に作動して緊急信号を発信する。また、アーム位置では、操縦士が操縦席のリモートパネルを操作して緊急信号を発信することも可能となる。オン位置を選択すると、ELTは緊急信号を発出する。また、同スイッチは、誤作動/誤発信防止のため、スイッチを手前に引いてスイッチ操作する構造になっており、事故の衝撃でスイッチがオンとなることはない。

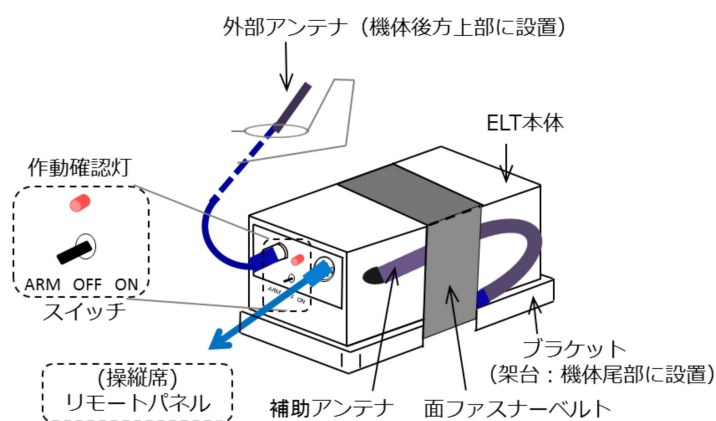


図8 自動型携行タイプELTの標準の取付状態

また、サバイバル時の使用方法は、以下のように記載されている。

- ① スイッチをオフとする。
- ② 外部アンテナ及びリモートコントロールパネルを取り外す。
- ③ 面ファスナーを取り外す。
- ④ 本体と補助アンテナをブラケットから取り外す。
- ⑤ 補助アンテナをつなぐ。
- ⑥ スイッチをオンとする。

*37 遭難航空機等から「406MHz」緊急信号が発出されると、捜索救難衛星（COSPAS-SARSAT衛星）で受信され、地上受信局へ中継された後、捜索救難機関に情報が伝達される仕組みとなっている。

*38 「面ファスナー」とは、面的に着脱できるファスナーである。

*39 「Gスイッチ」は、特定方向（固定翼機の場合、航空機の進行方向）の衝撃加速度を検知して作動する仕組みとなっており、衝撃のかかる方向によってはGスイッチが検知しない場合がある。

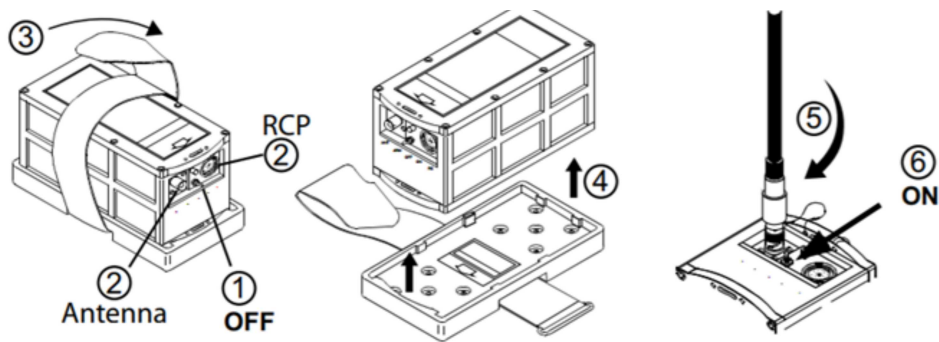


図9 自動型携行タイプE L Tのサバイバル時の使用方法

2.17.2.2 同社におけるE L Tの運用方法

同社は、同機に搭載するE L Tのブラケットを機体に固定していなかった。同社では、補助アンテナを接続した状態のE L T送信機を面ファスナーベルトでブラケットと一体化し、事務所の所定の棚で保管しており、飛行前に操縦士が持ち出し、飛行後に持ち帰る運用をしていた。操縦士はセルフテスト^{*40}を実施後、一体化したE L Tを後部荷物置場に置き、防護用ネットをかけることとなっていた。同型機の後部荷物置場は、写真10で示したとおりカーペット敷きであり、E L Tはその上に置かれた状態で機体には固定されていなかった。



写真10 同社同型機のE L Tの取付/搭載状態

なお、同社は、非常時に備えたE L T使用方法に関するリーフレットを同型機に搭載していなかった。

2.17.2.3 E L Tの機能検査

同機に搭載されていたE L Tの機能検査（状態調査）を解析機関に委託し、以下の内容の報告を受けた。（抜粋）

*40 「セルフテスト」とは、E L Tの機能確認のための作動テストである。

バッテリー電圧は9.30Vで、低温環境下でも正常に作動する十分な能力があった。ELTの送信出力は、121.5MHz、243MHz及び406MHzのいずれの電波も、送信出力、周波数、変調度は規定どおりであり、周囲で緊急信号が受信された場合には、当該ELTであることを特定することは可能な状態であり、内蔵Gスイッチも正常に作動した。

補助アンテナは根元で折損しており、アンテナが接続されていないに等しい状態であった。この状態で121.5MHz、243MHzの電波が受信できるのは数百mの範囲であり、406MHzにおいても数km以内と考えられる。

またKANNAD 406型の^{きょうたい}筐体は内部が電磁シールドを施されているため、^{きょうたいふくしゃ}筐体輻射（アンテナ未接続）による緊急信号の送信はカバーパネル面からの方向へとなり、送信電波には指向性が生じる。ELTが使用するVHF、UHF波は障害物の背後では著しく電界強度が低下する。機内に搭載された状態では、胴体窓からELTが視認できる方向への輻射に限られるため、捜索機が緊急信号を捕捉できる範囲は限定され、筐体輻射でELTのカバー・パネルが胴体窓の方向に向いていない場合は捕捉可能な範囲はさらに狭い範囲であったと考えられる。

なお、同ELTに記録されていた406MHzの送信回数は1,310回であった。

2.17.2.4 ELTに関する注意喚起（NTSB）

アメリカ合衆国国家運輸安全委員会（National Transportation Safety Board：NTSB）は、平成27年12月、過去の小型機航空事故発生時にELTが不 작동であった事例を紹介した上で、操縦士及び所有者等に注意喚起（Safety Alert）を促している。（以下、抜粋）

Related accidents

Several NTSB accident investigations have found ELT switches in the "off" position (thus, not "armed") and ELTs detached from the airplane, which rendered them inoperable. In these cases, the inoperability of the ELTs delayed the aircraft's discovery and/or the rescue of occupants. The NTSB is concerned that these examples of ELT issues represent a more wide spread problem that could endanger the lives of pilots and passengers who survive an aircraft accident in a remote area.

(omitted)

What can pilots, aircraft owners, and maintenance technicians do?

- Confirm that the ELT unit is "armed" and properly installed in the aircraft.*

- Follow manufacturer instructions for properly securing the ELT and*

inspecting the fasteners.

• Remember that ELTs secured to the aircraft via Velcro-style mounting mechanisms can be susceptible to strap looseness and misalignment during installation and inspection. Further, the retention straps may degrade overtime due to wear, vibration, temperature, or contamination, and they may not properly restrain the ELT during an accident.

(仮訳)

関連事故

NTSBの事故調査で、ELTのスイッチが「アーム」位置ではなく「オフ」位置であったり、ELTが機体から分離されていたため、ELTが不作動であったことがあった。これらの事例では、ELTが不作動であったため、事故機の発見及び搭乗者の救出が遅れた。NTSBは、ELTに関するこれらの事例は、人里離れた場所での航空事故で生存している操縦士及び乗客の生命を危うくする、より大きな問題であると憂慮している。

(中略)

操縦士、所有者及び整備士ができることは？

- ELTのスイッチは「アーム」位置とし、飛行機に適切に取付けられていることを確認すること。
- 製造者の指示に従って、適切にELTを取付け、適切に固定ファスナーを点検すること。
- 面ファスナー（ベルクロタイプ）で機体に取り付けられているELTは、取付/点検で緩んだりずれたりしやすいことを忘れないこと。さらに、保持ベルトは、擦り切れ、振動、温度又は汚れにより品質低下し、事故時にELTを十分に保持しないことがある。

2.18 類似事故

2.18.1 過去の類似事故

平成19年11月以降、約10年間の有視界飛行方式による飛行中に発生した事故のうち、有視界気象状態が維持できなかった又は乱れた気流が関与したと考えられる事故は以下のとおりであった。

表6 過去の類似事故

事故発生日	事故発生場所	航空機 (登録記号)	事故概要	推定原因	機体発見までの時間	E L T の状況
平成19年 11月15日	岐阜県中 津川市	セスナ式404型 (JA5257)	山頂の立 木に衝突	雲に覆われた山へ 向かい、回避しな かったため	約2時間	**
平成20年 7月6日	青森県下 北郡	アエロスパシアル式 AS350B型(JA9755)	海面への 墜落	霧の中、海面に近 い高度を飛行。姿 勢維持ができな かったため	約66時間	**
平成21年 7月20日	但馬飛行 場南東15 km	ロビンソン式R44Ⅱ型 (JA32CT)	山林への 衝突	雲を避け、山への 接近に気付かな かったため	約17日間	不動作 (アンテナ折損、 送信機焼損)
平成22年 7月28日	北海道松 前郡	セスナ式TU206G型 (JA3902)	山の尾根 への衝突	地表を視認でき ず、最低安全高度 未満を飛行したた め	約47時間	作動 (アンテナ折損) 捜索救難機が緊急信 号を受信
平成23年 1月3日	熊本県矢 護山斜面	パイパー式PA-46- 350P型(JA701M)	山腹への 衝突	雲中飛行を行った ため	約22時間	作動 近傍の航空機が緊急 信号を受信
平成23年 7月26日	駿河湾	エクストラ式EA300/ 200型(JA22DB)	海上への 墜落	悪天に遭遇し、空 間識失調に陥った 可能性のため	約5時間 (機体の一 部を発見)	(E L T 未搭載)
平成23年 7月28日	北海道河 西郡	ビーチクラフト式A36 型(JA4215)	山腹への 衝突	雲に接近又は雲に 入ったため	約4時間	作動 捜索救難衛星が事故 機の緊急信号を受信
平成25年 3月15日	北海道河 西郡	ホフマン式H-36ディ モナ型(JA2405)	山腹への 衝突	稜線から吹き降ろ す下降気流に遭遇 したため	約65時間	不動作 (スイッチOFF)
平成26年 3月5日	愛知県豊 田市	セスナ式172Mラム型 (JA3853)	鉄塔への 衝突	雲を避けて最低安 全高度未満を飛行 したため	**	**
平成27年 11月22日	群馬県安 中市	ロビンソン式 R22Beta型(JA7963)	山の法面 への衝突	有視界気象状態を 維持できない状況 で低い高度となっ たため	即時	**

** 公表された事故調査報告書に記載が無く確認ができなかった事項

2. 18. 2 過去の類似事故における勧告

平成24年9月、運輸安全委員会は、平成23年1月に熊本において発生したパイパー式PA-46-350型JA701Mの航空事故調査報告書(AA2012-7-2)を公表した。この報告書の中で、運輸安全委員会は、有視界飛行方式による飛行にもかかわらず雲中を上昇したため山腹に衝突したものと事故原因を推定した上で、同報告書公表前の5年間に、小型機(回転翼航空機を含む。)が有視界飛行方式による飛行にもかかわらず雲中等を飛行したために発生した他の4件の事故にも言及し、国土交通大臣に対して下記の内容を操縦者団体に周知し、特定操縦技能審査等の機会を利用し操縦者個人への徹底を図ることを勧告した。

- (1) 最新気象情報に基づき全経路で有視界気象状態維持可能と判断した場合のみ出発
- (2) 気象の変化が予想される場合の代替案の検討及び飛行中の断続的な気象情報収集
- (3) 予期せぬ天候悪化時の引き返し又は着陸の早期判断

国土交通省航空局は、この勧告を受け、平成25年12月、従前からの注意喚起に加え、新たに有視界飛行方式での雲中飛行の危険性について個々の操縦士に再認識を促すパンフレットを作成し、特定操縦技能審査等の機会において本パンフレットを配布し周知を図ることとした。

2.19 その他の事項

2.19.1 飛行計画図

本事故後の県警山岳警備隊による機体回収作業時、本飛行に係る自作の飛行計画図（図10）が同機内で発見された。その中には、往路（松本空港～富山空港）、復路（富山空港～松本空港）ともに二つの経路が記載されていた。

往路（松本空港～富山空港）

プランA 松本空港～島々～奈川渡ダム～船津～笹津～富山空港（山越え飛行）

プランB 松本空港～大町～明星山/黒姫山（糸魚川）～魚津～富山空港

復路（富山空港～松本空港）

プランA 富山空港～上滝～室堂～黒部ダム～大町～松本空港（山越え飛行）

プランB 富山空港～魚津～明星山/黒姫山（糸魚川）～大町～松本空港

この自作の飛行計画図のうち、本事故に関わる復路のプランA図面を複製したものが図10である。この飛行計画図には、上滝、黒部ダム及び大町の地点目標、飛行区間の針路及び距離に加え、飛行予定高度、富山VOR（TOE）及び松本VORの周波数/モールス符合、2.19.3で後述する自衛隊高高度訓練/試験空域に関わるコールサイン/周波数（OFF SIDE/133.9）、並びに富山タワー（TWR）及び松本レイディオ（RDO）等管制機関の周波数も記載されていた。



図 1 0 同機内で発見された復路飛行計画図（運輸安全委員会が複製）

また、同機体の回収時、付図 1 に示した区分航空図^{*41}が機内で見つかった。本区分航空図では、復路の経路に関連する山として「立山：9,892ft」及び「鷲岳：8,613ft」が記載されているが、付図 4 で注記した個々の山の高さまでは把握できない。

2.19.2 操縦士AのSNS発信及び同機内で撮影された写真

操縦士Aは、6月3日11時21分、富山空港着陸後の同機の写真に「久しぶりの富山空港着陸。天気あまり良くなくて、山越えできず」とのメッセージを添えてSNS発信していた。

また、同乗者Bのスマートフォンには、14時45分28秒に撮影された窓外の写真（写真11）が残っており、その撮影時刻から、これは、付図4の〔d地点〕から〔e地点〕の間で撮影されたものであると考えられる。写真11では、窓外の状況は真っ白であり、飛行場所の手がかりとなる景色を確認することはできなかったが、IAS（指示対気速度）：65kt、姿勢：ピッチ5°アップ、左バンク15°、気圧高度：8,650ftを読み取ることができた。なお、この写真では昇降計を確認できないが、同型機の製造者は、このときの推定昇降率は+280fpmであるとしている。

一方、写真11の中の燃料タンクの通気口及び左主翼前縁下面には着氷が確認できる。さらに、写真12は、写真11とほぼ同時刻に撮影された右主翼下面を写したものであるが、右主翼ストラットの拡大写真^{*42}では明らかな着氷が確認できる。

*41 区分航空図(公益社団法人/日本航空機操縦士協会発行)は有視界野外飛行において有用な航空参考図である。

*42 着氷の状況を判別しやすくするため「拡大写真」には色合い加工を施している。

さらに、写真11では、操縦士Aはショルダーハーネスを着用していない。

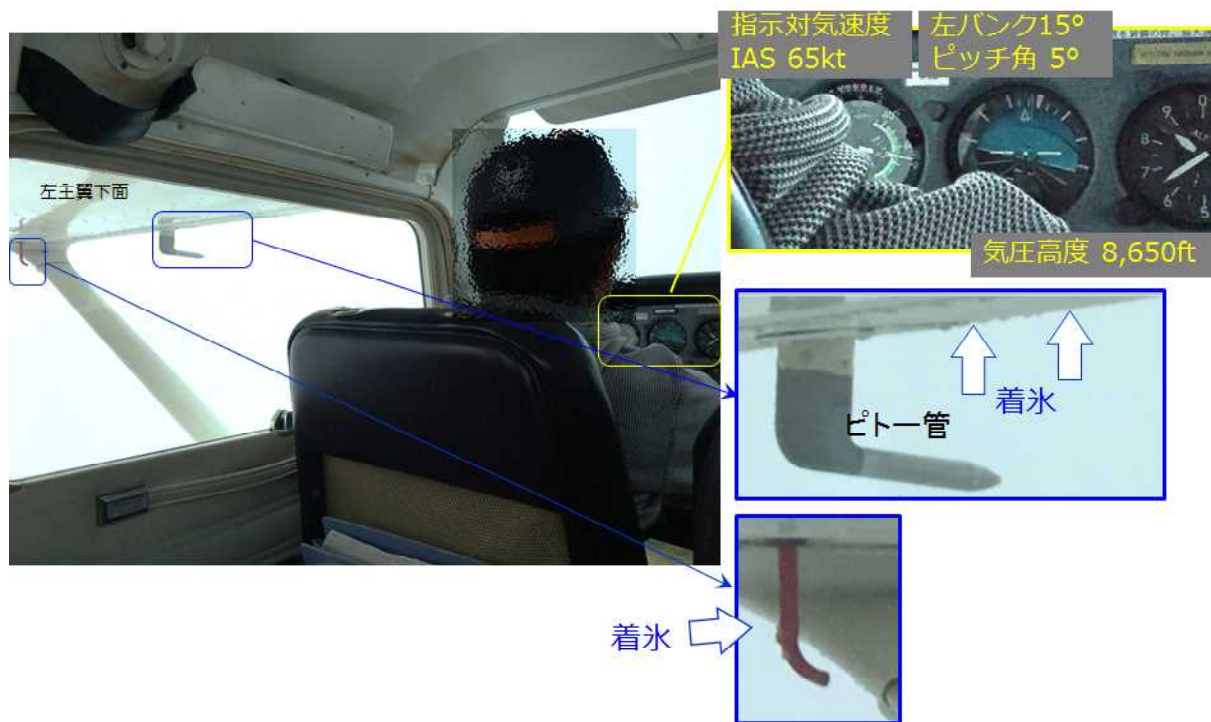


写真11 同乗者Bのスマートフォンの写真

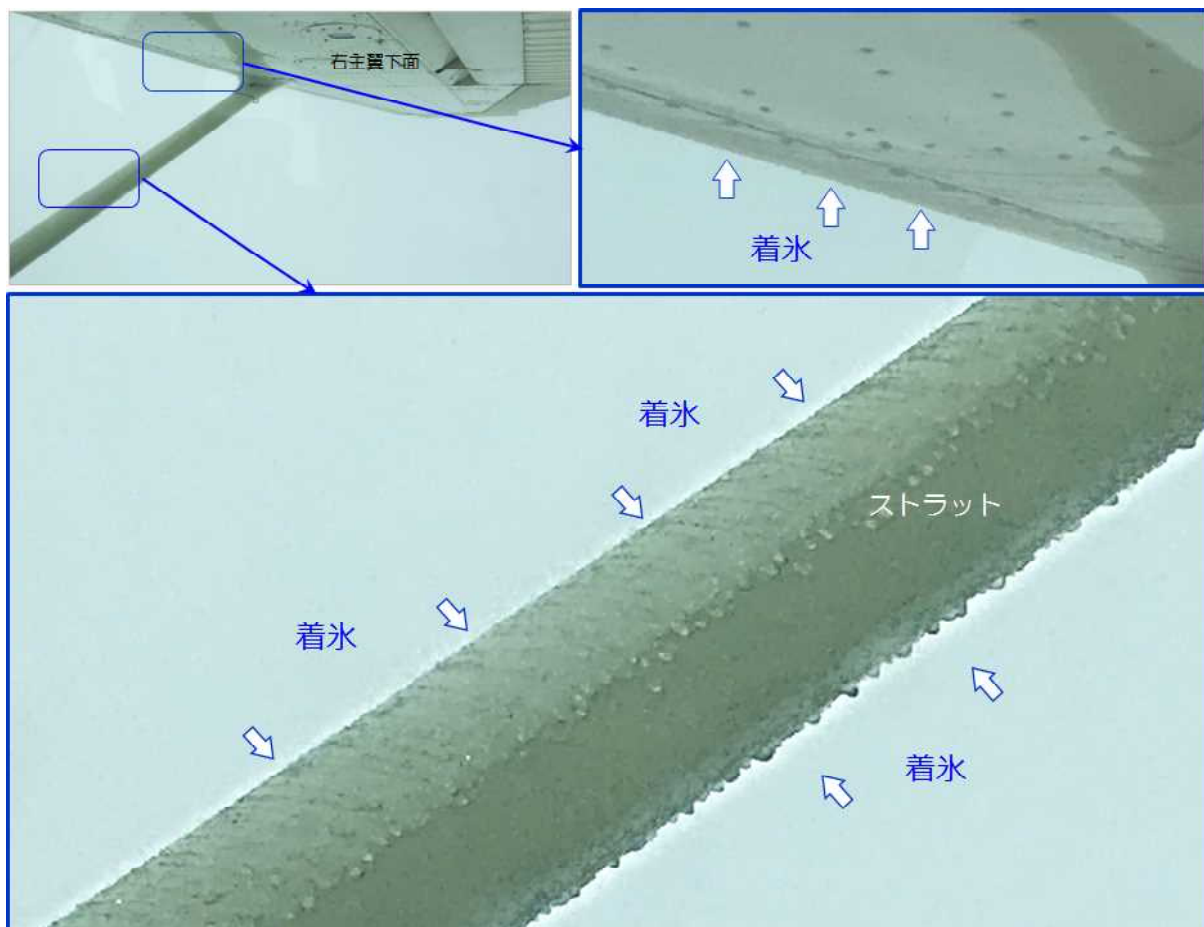


写真12 右主翼の前縁及びストラット拡大写真(着氷)

2.19.3 自衛隊高高度訓練／試験空域

A I Pには、自衛隊高高度訓練／試験空域^{*43}について以下の記載がある。(抜粋)

自衛隊以外の訓練／試験機が、同空域を使用する場合には、使用統制機関と調整するものとする。訓練／試験以外の目的の航空機は、使用統制機関との事前調整なしに同空域を飛行しないものとする。

付図1に示したとおり、同機は、富山空港を離陸後、東へ飛行し、「J-3 JSDF TRAINING TESTING AREA：自衛隊高高度訓練／試験空域」を通過し、立山連峰越えをしようとしたものと考えられる。立山連峰越えをする場合、A I Pに従って、当該エリア管轄の防衛省機関から事前承認を得る必要がある。

本事故発生日の朝の段階で、電話により同機の「J-3空域」の通過許可が申請され承認されていた。防衛省によると、その内容は概略、以下のとおりであった。

飛行する時刻：14時45分～15時15分

飛行経路： 富山から松本

飛行高度： 9,500～11,500ftの間のいずれかの高度

2.19.4 山岳飛行時の高度計誤差

「航空気象入門^{*44}」は、山越え気流による高度計指示の誤差について、以下のとおり記述している。(抜粋)

山越え気流の中を飛行すると、気圧高度計の指示に誤差がでる。標準大気を用いて高度計を目盛る場合には、静力学の式が成り立つものと仮定している。しかし山越え気流の場合のように、流れの鉛直加速度がGの値に比べて省略することができない場合には、静力学の式があてはまらない。(中略)山の斜面に沿って下降流の強い部分では高度計の読み取り値は実際の高度より高く読み取られることとなり、山腹に接近した場合には衝突のおそれもある。

2.19.5 ショルダーハーネスの着用

同社の運航業務実施規程の4-2 飛行実施要領には、操縦中は原則として常時安全ベルト(Seat Belt及びShoulder Harness)を着用し、全搭乗者に常時安全ベルトを着用するよう要請することが規定されている。

*43 「自衛隊高高度訓練／試験空域」については、A I P ENR 5. 2-4 に記載されている。「J-3」空域の使用統制機関の周波数は、133.9MHz (コールサイン：OFF SIDE) である。

*44 伊藤博著、「航空気象入門」(東京堂出版、昭和48年、p.90)

また、F A Aのホームページ、一般の小型機運航の際の搭乗者のショルダーハーネスの着用に関して、以下の記載がある。(抜粋)

The distressing fact is that roughly one-third of general aviation accidents with fatalities are deemed survivable. (omitted) In these events, the crash forces themselves do not kill the pilot. The fatality results from an abrupt encounter with the airplane controls or the panel. Both fatalities and serious injuries can be greatly reduced by proper use of a shoulder harness.

Recommendations

Pilot Actions

- Use your shoulder harness! You can remove it when such use interferes with cockpit duties.*
- Be sure Fasten Shoulder Harness is on your preflight checklist.*
- Check that all crew and passenger shoulder harnesses are fastened before takeoff and before landing.*

(仮訳)

大まかに一般小型機の死亡事故の3分の1は生存できたと考えられている。(中略) これらの事例では、操縦士は衝撃力自体では死亡することではなく、航空機の操縦桿や計器盤との突然の衝突で命を落としている。ショルダーハーネスを適切に使用すれば、死亡及び重篤な怪我を大きく減じることができる。

推奨

操縦士に必要な事項

- ・ショルダーハーネスを使用すること！ショルダーハーネスが飛行中の業務に支障を及ぼす場合は外してよい。
- ・「ショルダーハーネスを締めること」が飛行前チェックリストにあることを確認すること。
- ・離着陸の前には全ての乗務員及び搭乗者のショルダーハーネスが締め付けられていることを確認すること。

3 分析

3.1 乗組員等の資格等

機長及び操縦士Aは、それぞれ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

2.6.1に記述したとおり、復路の出発地富山空港14時の天候は、弱い北西風、視程10km以上、散在する雲が2,500ftにあるものの雲底高度10,000ftであった。一方、目的地松本空港も、14時にはやや風が強くなっていたものの有視界気象状態であり、両空港ともに離着陸には問題のない気象状態であったものと考えられる。

一方で、付図12に示した下層悪天予想図に示したとおり、富山県東部は対地高度3,000～6,500ftの雲が予想されており、富山空港上空5,000ft付近には湿域があり、高度10,000ftの気温は-4℃と予想されていた。また、2.6.2.2に記述したとおり、13～15時のライブカメラ映像では、立山連峰には雲がかかっており、本事故が発生した時間帯においては、写真2～6で示したとおり、同機の飛行したエリアは雲や霧のため視界が閉ざされている状況であったものと考えられる。

2.16.1.3に記述した「FAA文書 山岳飛行のための知恵」では、山岳飛行をするに当たっては少なくとも15マイル（約24km）の視程を推奨しており、同機が富山空港を出発する時点では、同機が山岳飛行をするには困難が予想される状況であったものと考えられる。

また、付図11に示した15時の高度9,000ftの毎時大気解析図では、事故現場付近では約30ktの西風が観測されており、付図12に示した下層悪天予想図でも、高度10,000ftで約30ktの西風が予想されていた。さらに、2.6.2.5に記述したとおり、定期便操縦士から、立山連峰付近の高度10,000ft付近では350°から35kt程度の風であったとの報告もある。2.16.1.3に記述した「FAA文書 山岳飛行のための知恵」にも記載されているとおり、山岳飛行を計画する操縦士は上空の風の情報を確認し、2.16.2の「FAA-AC航空気象」に記載された山頂付近の乱気流に遭遇する可能性を事前に予測することは重要であると考えられる。

これらのことから、本飛行経路は、出発前の段階から、有視界気象状態を維持することが困難であることが予想可能であったものと考えられ、かつ、2.15.1に記述した着氷に遭遇する可能性、及び2.16.1.3及び2.16.2に記述した山頂付近の乱気流の影響を考慮すべき気象状況であったものと考えられる。

3.4 出発前の判断

3.4.1 同機の飛行計画

2.19.1に記述したとおり、本事故後の機内から往路/復路各二通り（プランA/プランB）の経路を準備した飛行計画図が発見されており、操縦士Aがこの日の飛行

に備えて作成したものであると考えられる。操縦士Aは、往路/復路共に山越え飛行をプランAとしていたが、付図1に示したとおり、往路は山越えではないプランB（糸魚川経由）での飛行であった。これは、2.1.2(2)に記述したとおり、機長は前日から往路は糸魚川経由の経路を予定していたこと、及び立山連峰上空では西北西30ktの風が予想されていたため往路の山越えは向かい風の飛行となることを考慮した可能性が考えられる。2.19.2に記述したとおり、操縦士Aは、往路をプランBとしたことでSNSに「山越えできず」と投稿しており、復路は山越え飛行を望んでいた可能性が考えられる。

機長は、2.19.3に記述したとおり、本事故発生日の朝の段階で、午後時間帯にJ-3空域の通過申請を出しており、復路は室堂経由で立山連峰越えの飛行をすることを暫定的に決めていた。機長は、本飛行が同社の上顧客で教え子でもある操縦士Aの飛行であり、操縦士Aの山越え飛行要望を尊重した可能性が考えられる。

3.4.2 機長及び操縦士Aによる出発の決断

2.6.2.2及び2.6.2.3に示した朝のライブカメラ映像から、午前中の立山連峰山間の気象状態はおおむね良好で、立山連峰の東側は黒部湖が望める状況であり、2.6.2.4に示した大町ライブカメラ映像から、午前中の後立山連峰上空及び大町市上空も、継続的に良好な気象状態であった。付図1に示したとおり、機長及び操縦士Aは往路で後立山連峰の上空の雲の状況を確認し、復路の山越えは可能であろうと思った可能性が考えられる。

2.1.2(3)に記述したとおり、機長は、富山空港出発前、富山空港運航援助支援業務室で気象情報を閲覧しており、2.6.2に記述した最新の予定飛行経路各所のライブカメラ映像を確認し、立山連峰付近に雲が多いことを認識した可能性が考えられる。他方、2.6.2.8の図2に示した数値解析データによると、本事故の発生した15時の段階では、立山連峰を境に西側は湿域に覆われているが東側には湿域は存在しておらず、立山連峰の東側は西側に比べて雲が少なかった可能性が示されていた。山岳地帯の気象状況を熟知していたと考えられる機長が、同様の予測をした可能性が考えられる。

このときの機長及び操縦士Aは、復路では往路でできなかった山越え経路の飛行をしたいという要望及び山越え経路で既に飛行計画を提出していたことが背景にあり、心理的にバイアスのかかった意思決定、すなわち、立山連峰付近には雲が多いものの、連峰を越えた東側は西側に比べて視界の開けた良い気象状況であろうから、何とか立山連峰を越えて大町から松本空港へ抜けようという意思決定をした可能性、又は立山連峰上空は今は悪天であるがとりあえず近くまで飛行し、状況に応じて引き返そうと考えていた可能性が考えられる。

機長及び操縦士Aは、3.3で記述した気象状況を慎重に検討し、安全を最優先して、出発前の段階で立山連峰越えの飛行を断念する必要があったものと考えられる。

3.5 飛行の経緯

3.5.1 富山空港出発から山越えに至るまで

2.1.1に記述したとおり、14時23分、同機は富山空港の滑走路02から離陸した。このとき操縦していたのは左席に着座していた操縦士Aであった可能性が考えられる。2.1.2(3)に記述したとおり、富山空港の管制官は雲を避けながら東へ向かって飛行している同機を見ており、同機は、富山空港から上滝を経て立山連峰方面に向けた上昇中、有視界気象状態を維持して飛行していたものと考えられる。

付図2に示したとおり、同機は、14時30～34分ごろ〔a地点〕で2回左360°旋回した後、14時37～40分ごろ〔b地点〕でも1回左360°旋回している。これは、飛行中の西風が強く、山越えするための高度に到達するため、360°旋回して高度を獲得する必要があったことによるものと考えられる。

同機は上滝から室堂へ向かう予定であったが、付図2に示したとおり、〔b地点〕から弥陀ヶ原/室堂方面へ向かうことなく経路を南寄りに変更している。これは、2.6.2.2に記述したとおり、図1中B位置の本事故発生時間のライブカメラ映像から立山連峰は雲に覆われた状態であり、写真1、写真3及び写真5に示したとおり、弥陀ヶ原及び室堂には全面に雲がかかっている状態であったことによるものと考えられる。

2.6.2に記述した各地点のライブカメラ映像が示しているとおり、〔b地点〕から先も、同機の経路上には、雲又は霧がかかっている状態であったものと考えられる。このため、同機は、西側に比べ視界の開けた良い気象状況の可能性があると判断した立山連峰を越えて東側に出ようとして、付図4に示したとおり、立山カルデラ内の谷を経由し、14時43分38秒に〔c地点〕で南東に変針し、周囲の山に比べ標高が低い越中沢乗越（7,728ft:2,356m）上空に向かったものと考えられる。

視界不良な状態において、同機は操縦士Aが計器飛行証明を持っている機長の助言を受けながら操縦を続けていた可能性及び機長が交替して操縦をしていた可能性が考えられる。

3.5.2 引き返し決断後の飛行状況

付図4に示したとおり、同機は、14時45分08秒、越中沢乗越（7,728ft）を抜け立山連峰を越え〔d地点〕まで到達した。しかし、付図2に示したとおり、同機は、立山連峰の東側へ飛行した後、すぐに引き返している。3.7で後述する

とおり、同機は山越えする辺りから雲を回避することができず雲中飛行となり、さらに、機長及び操縦士Aは、機体への着氷を認めたことから、引き返しを試みたものと考えられる。

同機は、左180° 旋回しようとしたが、付図4中の〔e地点〕でも、西側方面は雲に覆われていたものと考えられ、同機は雲の切れ間を探しながら左右に旋回し大きく経路を変えて飛行していたものと考えられる。

2.19.2に記述したとおり、写真11は、14時45分28秒に、付図4中の〔p地点〕で撮られたものであるが、この写真からは機外の様子は真っ白に映っており、山肌を確認することはできないことから、同機は、雲中を飛行しており、機長及び操縦士Aは地表を視認して自機の位置及び周囲の状況を把握することも困難となったものと考えられる。

付図4に示したとおり、同機は、14時47分30秒ごろ〔f地点〕を通過し北へ向かって飛行し、14時50分ごろ、立山連峰の獅子岳南東斜面に衝突したものと考えられる。山頂付近に近づいた後、山肌に衝突したことについては、視界を失って衝突を回避できなかったこと、機体着氷により飛行性能が低下して飛行高度の維持ができなくなったか若しくは失速したこと、又は強い乱気流に遭遇し操縦が困難となったことの可能性が考えられるが搭乗者が死亡したため特定することはできなかった。

3.5.3 衝突後の雪面滑落

2.7.1.2及び付図6に示したとおり、獅子岳の稜線から約10mほど下の約2,700mの南東斜面には、稜線に平行な南北方向に、主脚、前脚及び左主翼端が雪面に接触してできたと考えられる痕跡があり、すぐ近くに破壊された前脚等があった。このことから、この獅子岳山頂付近が、最初の接触場所であると考えられる。

また、雪面に残っていた痕跡から、稜線付近に衝突した同機は、岩稜帯に衝突した可能性が考えられ、その後、雪斜面を谷側に滑落したものと考えられ、付図7に示したとおり、滑落中、エンジンが機体から分離され、滑り落ちた際にエンジン内部に砂等の不純物が混入したものと考えられる。また、機体はさらに滑落し付図4の〔y地点〕辺りで留まったものと考えられる。

2.7.3に記述したとおり、操縦席のNAV/COM受信機のパネルは破壊されており、セットされていた周波数を特定することはできず、機長が121.5MHzを使用して緊急通報をしようとしたかどうかの確認はできなかった。機体発見時のトランスポンダーコードが「0000」となっていたことについては、衝突時に数値セットレバーが下方に下げられたものと考えられ、フラップレバーも、衝突時又は滑落

時の衝撃でダウン位置に押しつぶされたものと考えられる。

3.6 気象状況悪化時の引き返しの判断

2.16.1.5に記述したとおり「F A A文書 山岳飛行のための知恵」には、飛行中に気象状況が悪化しても、多くの操縦士は「もう少し飛び続ければきっと回復する」と考え、飛行を継続しようとする事、気象状況悪化時の飛行継続判断は最悪であると述べられている。

2.1.2(5)、2.6.2.5及び2.6.2.6に記述したとおり、本事故発生時間帯、立山連峰付近を飛行していた他機の操縦士は、同連峰の山頂付近には雲がかかっていたとしており、2.6.2.3に記述したライブカメラ映像からも、同連峰は、積雲系の雲に覆われており、山頂と雲底の間に飛行できるような空間はなかった。3.4.2に記述したとおり、機長及び操縦士Aは、立山連峰の東側は視界の開けた良い気象状況であり立山連峰を越えれば状況は好転すると予測していた、又は状況に応じて引き返すつもりであった可能性が考えられる。

しかし、3.5.2に記述したとおり、結果として、同機は山越えする辺りから雲中飛行となり、着氷に遭遇したものと考えられる。機長及び操縦士Aは、立山連峰にかかる雲及び霧の状況を目の当たりにした山越えをする前の段階で、安全を最優先としてちゅうちょなく引き返しの判断を下す必要があったものと考えられる。

3.7 同機の着氷

3.7.1 着氷との遭遇

同機は、2.13.3に記述したとおり、着氷気象状態での飛行は禁止されている。2.15.1に記述したとおり、着氷気象状態での飛行を承認されていない航空機は、不用意に着氷気象状態に遭遇した場合には、直ちにそこから脱出する行動を取るべきであるとしている。さらに、2.15.3に記述したとおり、山岳地帯の飛行では着氷に遭遇しやすく、操縦士は山岳地帯で着氷に気付いていても、山の標高が高いと付着した氷を融かすため低地へ降下ができない場合があり山岳地帯での着氷は危険であるとしている。

2.15.1に記述したとおり、「F A A-A C着氷状態での飛行」では、航空機の空力性能に悪影響を与える着氷は、過冷却水滴のある雲中で発生し、氷の堆積は水分量が豊富な気温0℃近辺で最大となるとしている。本事故が発生した時間帯、立山連峰山頂付近は積雲系の雲があり、2.6.2.7の表1に示したとおり、標高約9,300ftの浄土山の山頂気温は-1.7℃であったことから、同機の飛行高度8,550～8,750ftの気温は0℃近辺であったものと考えられる。したがって、同機は山越えする辺りから雲を回避することができず雲中飛行となり、主翼等に、2.19.2の

写真12に示したような着氷が発生したものと考えられ、そのことが同機の飛行性能に影響したものと考えられる。

2.7.3に記述したとおり、同機のピトーヒート、キャブレターヒート及びキャビンヒートコントロールは全てオンであり、機長及び操縦士Aは、同機が着氷に遭遇したことを認識し、2.13.3に記述した「不測に着氷状態に遭遇した場合のチェックリスト」を実施し引き返しを試みた可能性が考えられる。

3.7.2 同機の着氷の影響

2.7.3に記述したとおり、事故後の調査では、同機のピトーヒートはオンであり、2.19.2の写真11ではピトー管への着氷は認められないこと、代替静圧口はオフで切り替わっていなかったことから、この時点で、同機の速度計、高度計等の飛行計器に着氷の影響はなかったものと考えられる。また、キャビンヒートコントロールはオンであり、2.19.2の写真11からはウインドシールド及びサイドウインドウには顕著な着氷は認められず、機長及び操縦士Aは外が見える状況であったものと考えられる。

一方、2.15.2に記述したとおり、着氷は、失速速度、安定性及び操縦性に重大な影響を与え、わずかな着氷でも失速が起こる迎え角の減少が生じ、最大揚力係数が減少し、着氷が増えるにつれて抗力は増加するとしている。

付図4に示したとおり、14時45分28秒〔p位置〕の同機の高度は8,650ftであり、2.19.2に記述したとおり、製造者はこのときの大気状態でのピッチ角5°は+280fpm上昇に相当することを示唆したが、20秒後の同48秒の高度は8,550ftであり同機は上昇はしていない。一方、2.1に記述した飛行計画では同機の巡航速度は95kt(TAS)であり、高度約9,000ft/気温0°Cでは83kt(IAS)となるが、写真11で示したとおり、同機は、予定よりも約20kt低速の65kt(IAS)で飛行しており、飛行性能が著しく低下していた可能性が考えられ、機体着氷により高度の維持ができなくなった可能性も考えられる。

また、同機のキャブレターヒートは使用されていたが、キャブレターアイシング又はエンジン吸気口への着氷によりエンジン性能に影響していた可能性も考えられる。

なお、2.13.2の表3に示したとおり、同型機のバンク角0°での失速速度は44ktとされているが、これは機体表面が着氷等がなく滑らかな状態のときの失速速度であり、同機の着氷度合いによっては失速速度は44ktよりも大きくなる。したがって、着氷が進行すれば定常飛行状態でも失速に至る可能性があり、乱気流遭遇時及び深いバンクでの旋回時には、失速のリスクは更に高くなると考えられ

る。同機は、山頂付近での乱気流との遭遇、又は山頂への衝突を回避するための旋回操作により失速した可能性も考えられる。

3.8 山頂付近で乱気流に遭遇した可能性

2.16.1.3及び2.16.2に記述したとおり、山頂付近の乱気流は、風が山脈を越えた直後の風下側で猛烈な下降流を生成し、下降流の速度は航空機の最大上昇率を超えることがあり、航空機が山腹に衝突することもあるとしており、山頂付近で風速25kt以上が予報されているときは、山岳越え飛行をするべきではないとしている。

また、2.16.1.4に記述したとおり、「F A A文書 山岳飛行のための知恵」では、山頂の風が20kt以上であれば、操縦士は頂上から2,000ft離れた高度で飛行するべきであるとしており、最も激しい乱気流を避けるため少なくとも稜線まで3nmの安全圏を確保し近づかないよう警告している。

本事故発生時間帯、付図12に示した下層悪天予想図では、事故現場付近の高度10,000ftにおいて30ktの西風を予想していた状況であり、付図11に示した15時の毎時大気解析図では、事故現場付近では約30ktの西風が観測されていた。また、立山連峰はそのカルデラの地形特性からも、周辺との高度差が大きく南北に走る山脈であり、強い西風がある場合は危険な乱気流が発生しやすい条件がそろっていたことから、立山連峰の山頂付近は飛行してはならないエリアであったものと考えられる。

同機は、雲中飛行で自機の位置の把握が困難となったまま稜線から十分な間隔が確保されないエリアを飛行することとなり強い乱気流に遭遇して山に衝突した可能性も考えられる。

3.9 同機の性能

2.13.2(1)に記述したとおり、POHでは同機の実用上昇限度は13,000ftとしているが、2.16.1.2に記述した「F A A文書 山岳飛行のための知恵」には、山岳飛行を実施するには高性能な飛行機が求められ、重量が重くなるほど性能に与える影響は注意深く考慮されなければならないとされている。

2.1.2(4)、(5)に記述したとおり、クラブ員や小型機操縦士は、同型機に4人搭乗して10,000ft以上の高度で山越え飛行することは困難であろうと予想しており、たとえ快晴の天候でも同型機の性能上、安全に山越えできるかどうかについて懐疑的な意見を述べている。

3.3に記述したとおり、本事故発生時間帯の立山連峰は雲が多く、上空の風も強く山頂付近の乱気流への警戒も必要な状態であり、「F A A文書 山岳飛行のための知恵」によると、同機は、山頂から2,000ft以上高い高度を飛行する必要がある

たものと考えられる。4人搭乗で最大重量に近い重量であった同機は、強風で雲のかかった立山連峰を十分な安全上の余裕を持って越えることは困難であった可能性が考えられる。

3.1.0 機体の健全性

2.7.3に記述したとおり、事故後の調査においては、同機の操縦系統には異常はなくエンジン内部の一部に砂等の不純物混入が見つかったが、これは、3.5.3に記述したとおり、エンジンが機体から分離後、雪の斜面を滑り落ちた際に混入したものであると考えられ、その他のエンジン各部には不具合の痕跡は認められなかった。

プロペラ製造者は、プロペラの前方への反りについて、衝突時の回転エネルギー吸収量は低かったことを示しているとしている。図11に示したとおり、本事故発生時、同機は、左主脚及び前脚から雪山の斜面に衝突した可能性が考えられ、作動していたプロペラが柔らかい雪面と接触し、回転を弱められたため、回転エネルギーが低くなりプロペラが前方に反ったものと考えられる。3.7.2に記述したとおり、着氷により同機のエンジン性能は影響を受けていた可能性も考えられるが、プロペラは同機が雪面に衝突する直前まで回転していたものと考えられる。

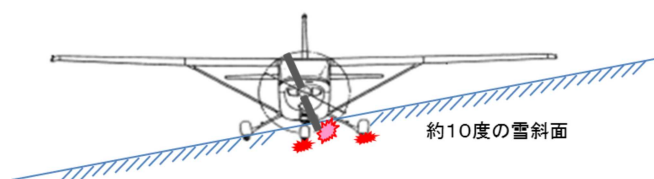


図11 衝突時の様子（推定）

3.1.1 緊急通信の必要性

3.5.2に記述したとおり、有視界飛行方式で飛行中の同機は、雲中飛行となり着氷したものと考えられるが、VFR機にとって、意図せず雲中飛行となり、引き返し等を行っても継続して雲中飛行から脱出できない状態となること、また、同機のような着氷気象状態での飛行が認められていない航空機が着氷に遭遇することは緊急事態である。

2.9に記述したとおり、本事故が発生した時間帯、トランスポンダーの緊急コード「7700」を受信した記録はなく、音声での緊急通信の記録も確認できなかった。このため、機長及び操縦士Aは、同機が緊急事態に陥ったという認識をはっきりと持つには至っていなかったものと考えられる。2.13.1に記述したとおり、同社の運航業務実施規程では、機長は、緊急事態が発生した場合には、緊急通信を行う旨が規定されている。機長は、遭難後の迅速な搜索救難時への備えともなるトランスポンダーの緊急コード「7700」を送信し、かつ、搜索救難周波数121.5MHzを使用して、

関係機関及び近傍を飛行中の航空機に自機の位置を通報し、支援を要請する必要があったものと考えられる。

3.12 E L T

3.12.1 E L Tの作動状態及び緊急信号の受信状況

2.17.2.3に記述したとおり、同機に搭載されていたE L Tの機能検査によれば、同E L Tは低温環境下でも正常に作動する能力があり、121.5MHz、243MHz及び406MHzのいずれの電波の送信出力等も正常であった。

県警山岳警備隊員は、機体発見時、E L Tのスイッチはオン位置であったとしており、整備士AからE L Tの操作を助言された同乗者A又は同乗者Bが、スイッチをオン位置にしたものと考えられる。したがって、スイッチがオン位置となった時点から、同E L Tは確実に緊急信号を発信し始めたものと考えられる。

2.17.2.1に記述したとおり、同機に搭載されていたE L Tは50秒毎に406MHz信号を送信すること、送信回数は1,310回であったことから、同E L Tは、本事故が発生した6月3日15時頃から6月4日の9時ごろまで約18時間発信し続けたものと考えられる。しかし、2.7.2に記述したとおり、同E L Tの補助アンテナは折損していたため、捜索救難衛星は同E L Tが発信する406MHzの緊急信号を受信できず、2.9で記載したとおり、事故当日の6月3日、捜索救難機は121.5MHz及び243MHzの緊急信号を受信することができなかったものと考えられる。事故翌日の6月4日に防衛省の航空機が緊急信号を受信したことについては、既に山岳警備隊によって遭難者の救出活動が行われていた時間帯であり、E L Tを含めた機内の物品を確認、移動（床に転がっている状態から座席の上へ）及び搬出をしたことによる可能性が考えられる。

3.12.2 製造者マニュアルに記載されたE L T使用方法

2.17.2.1に記述したとおり、同機に搭載されていたE L Tは、製造者マニュアルに従って、航空機に装備する自動型携行タイプ（A P）として、機体に固定取付することが求められる。その上で、製造者は同E L Tをサバイバル用として使用することも可能として、図9で示したように、補助アンテナは本体に取り付けない状態で面ファスナーベルトで本体と固定することを指定している。

しかし、同社は、2.17.2.2に記述したとおり、E L Tを後部荷物置場に置くだけの固定していない状態で使用しており、写真10で示したように、補助アンテナをE L T本体に装着した状態で使用していた。このため、写真8で示したように、本事故の衝撃によりE L Tの補助アンテナが折損したものと考えられる。同社は、同機搭載E L Tを製造者マニュアルに記載されたとおりに取付けて使用する必要があ

る。

同社が、同機搭載E L Tを製造者マニュアルに記載されたとおりに取付けて使用していれば、E L Tの補助アンテナは折損せず、これを本体に接続することにより、捜索救難衛星は同E L Tが発信した406MHzの緊急信号を受信し、地上からの捜索に携わっていた救難隊員及び捜索救難機に同機の遭難場所を速やかに伝達することができた可能性が考えられる。また、これと同時に、捜索救難機は、同E L Tが発信した121.5MHz及び243MHzの緊急信号を直接受信できていたものと考えられ、気象状況が良好であれば、E L Tの緊急信号を頼りとして、早い段階での同機発見に繋がった可能性が考えられる。

3.12.3 適切なE L Tの運用

2.18.1の表6に記述したとおり、過去の小型機事故のうち、平成23年1月3日発生のパイパー式PA-46-350P型機の事故では、E L Tの緊急信号が他機で受信されており、同年7月28日発生のビーチクラフト式A36型機事故においても、E L Tの緊急信号が捜索救難衛星で受信されている。これらの事例からわかるとおり、事故発生時にE L Tが適切に運用されていた場合、事故機の発見には有効であると考えられる。

また、2.17.2.4に記述したとおり、NTSBによる事故調査でも、E L Tが機体から分離して不作動であったことにより事故機の発見及び搭乗者の救出が遅れた事例があったとしている。このことに関して、NTSBは、航空事故で生存している操縦士及び乗客の生命を危うくする、より大きな問題であると憂慮しているとしており、E L Tを適切に取り付けるよう求めている。

本事故発生時に、製造者のマニュアルとは異なる搭載方法により、同機に搭載されたE L Tの補助アンテナが折損し正常に機能せず、捜索救難に役立たなかったという事実を踏まえ、国土交通省航空局は、小型航空機の利用者に対しE L Tの適正な取付・運用方法等に関する情報を提供することが必要である。

3.1.3 捜索救難機による捜索救難周波数のモニター

2.10.2に記述したとおり、国際民間航空条約第12附属書の規定では、捜索救難に従事する各航空機は、捜索救難周波数、現場で使用する通信周波数等で交信できる装置並びに、緊急信号発信地にホーミングできる機器を装備しなければならないとしている。

2.10.1に記述したとおり、本事故発生後の捜索救難活動において、県警へりは県警本部との連絡のための周波数及び航空機相互通信用の周波数を聴取しており、121.5MHzの捜索救難周波数は聴取していないとのことであった。しかし、捜索救

難に従事する航空機においては、目視での遭難機又は遭難者の捜索に加え、捜索救難周波数を聴取することは、迅速かつ正確に遭難機又は遭難者の位置を特定するうえで不可欠である。国土交通省航空局は、捜索救難に係る関係省庁担当者会議等の場で、関係機関に対し、捜索救難活動中の捜索救難機による捜索救難周波数の聴取が的確に行われるよう要請する必要がある。

3.1.4 有視界飛行を行う操縦士に対する指導及び周知

3.14.1 有視界飛行方式での雲中飛行の危険性及び着氷気象状態での飛行の危険性

2.18.2に記載したとおり、運輸安全委員会は、小型機（回転翼航空機を含む。）が有視界飛行方式による飛行にもかかわらず、雲中等を飛行したため事故に遭遇した事案が継続して発生したことを受けて、平成24年9月、国土交通大臣に対し、有視界飛行方式における雲中飛行事故を防止するための施策を講じるよう勧告した。これを受けて、平成25年12月、国土交通省航空局は、有視界飛行方式での雲中飛行の危険性について、個々の操縦士に再認識を促すこととし、特定操縦技能審査等の機会において、操縦士に周知を図った。しかしながら、2.18.1の表6に示したとおり、その後も、有視界飛行方式による飛行中、有視界気象状態が維持できなかったため事故に遭遇した事案が本事故以外にも2件（平成26年3月愛知県豊田市で鉄塔に衝突したセスナ式172Mラム型JA3853：AA2015-4-4、平成27年11月群馬県安中市で山の法面に衝突したロビンソン式R22Beta型JA7963：AA2017-5-1）発生しており、これらの事故では、勧告に基づいて周知した内容が実運航にいかされていなかったものと考えられる。

このため国土交通省航空局においては、有視界飛行方式での雲中飛行の危険性について、操縦士の理解を一層促進し、それを実運航にいかして行くために、指導を強化する必要がある。

また、3.7に記述したとおり、本事故では、同機が気温0℃前後の高度で雲中飛行となり、翼等への着氷のため、同機の飛行性能が著しく低下していた可能性が考えられる。国土交通省航空局は、操縦士に対し、着氷気象状態での飛行が認められていない航空機にとって着氷は極めて危険であり着氷気象状態で飛行することは絶対に避けなければならないことを周知する必要がある。

3.14.2 山岳飛行への備え

2.16.1に記述した「FAA文書 山岳飛行のための知恵」では、山岳飛行はより過酷であるため操縦士は経験及び知識を慎重に考慮するべきであるとしており（2.16.1.1）、飛行機には高い性能が必要であるとした上で、強風による上昇下降流に対処するには、その能力は限定的となる（2.16.1.2）としている。さらに、

2.16.1.3では、山岳越え時には、雲の高さは山頂から2,000ft以上あることを確認し、約24kmの（飛行）視程を推奨するとしている。

また、2.19.4に記述したとおり、文献では、山岳飛行においては高度計の指示に誤差が生じる場合があるとされ、実際にクラブ員も山間飛行時に高度計指示が一時的に不良になったことがあると述べていることから、山岳飛行では、高度計指示にのみ依存することなく目視で余裕を持った山との安全間隔を設定して飛行する必要があると考えられる。

国土交通省航空局においては、これらの事項を含め、山岳飛行時の注意事項について操縦士に周知することが望ましい。

3.15 シートベルト及びショルダーハーネスの着用

2.7.2に記述したとおり、右前席及び後席の固定金具は破壊しており、事故時の衝撃力は相当に大きなものであったものと考えられる。2.19.2に記述したとおり、写真11では、操縦士Aはショルダーハーネスを着用しておらず、2.10.3に記述したとおり、事故時、機長及び操縦士Aは、腰シートベルトを着用していたがショルダーハーネスを着用しておらず、また後席の同乗者2名は3点式シートベルトを着用していなかった可能性が考えられる。また、2.8に記述したとおり、機長は外傷性ショックによる即死、操縦士Aは脳挫傷による即死であったことが報告されている。

2.19.5に記述したとおり、米国FAAのホームページには、小型機運航時のショルダーハーネスの着用を推奨している。操縦士Aは、飛行中、業務上必要な場合を除き、原則として、常にシートベルト及びショルダーハーネスを着用する必要がある。

搭乗者のシートベルト及びショルダーハーネス着用は事故発生時に致命傷を受ける危険性を減少させるために有用である。国土交通省航空局においては、操縦士に対し、シートベルト及びショルダーハーネスの着用を励行するよう指導するとともに同乗者にもシートベルト等の着用を求めるよう指導する必要がある。

4 結 論

4.1 分析の要約

- (1) 機長及び操縦士A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おり、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。(3.1、3.2)^{*45}

- (2) ライブカメラ映像等から、本飛行経路は、出発前の段階から、有視界気象状態を維持することが困難であることが予想可能であったものと考えられ、着氷に遭遇する可能性、山頂付近の乱気流の影響も考慮すべき気象状況であったものと考えられる。(3.3)
- (3) 操縦士Aは、復路は山越え飛行を望んでいた可能性が考えられる。機長は、操縦士Aの山越え飛行要望を尊重した可能性が考えられる。(3.4.1)
- (4) 富山空港出発前、立山連峰を越えた東側は西側に比べ視界が開けていると予測し、山越え飛行が可能であると判断した可能性、又はとりあえず連峰近くまで飛行し状況に応じて引き返すことを考えていた可能性が考えられるが、気象状況を慎重に予測、検討し、安全を最優先して、出発前の段階で立山連峰越えの飛行を断念する必要があったものと考えられる。(3.4.2)
- (5) 同機は操縦士Aの操縦で出発し、悪天のため経路を南寄りに変更した可能性が考えられ、立山連峰を越えて東側に出ようとして、標高が低い越中沢乗越上空に向かったものと考えられる。(3.5.1)
- (6) 同機は、越中沢乗越を経て立山連峰を越えたがすぐに引き返している。同機は、山越えする辺りから雲中飛行となり着氷に遭遇し、引き返しを試み、左右に旋回し大きく経路を変えて飛行していたものと考えられる。機長及び操縦士Aは、地表を視認して自機の位置及び周囲の状況を把握することが困難となり、山頂付近に近づいて衝突したのと考えられる。山頂付近に近づいて衝突したことについては、視界を失って衝突を回避できなかったこと、機体着氷により飛行性能が低下して飛行高度の維持ができなくなったか若しくは失速したこと、又は強い乱気流に遭遇し操縦が困難となったことの可能性が考えられる。
(3.5.2)
- (7) 山頂付近に衝突した同機は、雪斜面を滑落し、途中でエンジンが機体から分離したのと考えられる。(3.5.3)
- (8) 機長及び操縦士Aは、立山連峰にかかる雲及び霧の状況を目の当たりにした山越えをする前の段階で、安全を最優先としてちゅうちょなく引き返しの判断を下す必要があったものと考えられる。(3.6)
- (9) 同機は、着氷気象状態での飛行は禁止されていたが、立山連峰越えを始めたころから雲中飛行となり、主翼及び尾翼等に着氷が発生したのと考えられ、そのことが同機の飛行性能に影響したのと考えられる。機長及び操縦士Aは、

*45 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関連する「3 分析」の主な項番号を示す。

同機が着氷に遭遇したことを認識し引き返しを試みた可能性が考えられる。

(3.7.1)

- (10) 着氷のため、同機の飛行性能は著しく低下していた可能性が考えられ、同機は、山頂付近での乱気流との遭遇、又は山頂への衝突を回避するための旋回操作により失速した可能性も考えられる。(3.7.2)
- (11) 本事故発生時間帯、事故現場付近では約30ktの西風が観測されており、立山連峰はその地形特性からも、強い西風がある場合は危険な乱気流が発生しやすい条件がそろっていたことから、立山連峰の山頂付近は飛行すべきではないエリアであったものと考えられる。同機は、雲中飛行で自機の位置の把握が困難となったまま稜線から十分な間隔が確保されないエリアを飛行することとなり強い乱気流に遭遇して山に衝突した可能性も考えられる。(3.8)
- (12) 本事故発生時間帯の立山連峰は雲が多く、上空の風も強く山頂付近の乱気流への警戒も必要な状態であったことから、同機は、山頂から2,000ft以上高い高度を飛行する必要があったものと考えられる。(3.9)
- (13) 事故後の調査の結果、同機の操縦系統には異常はなく、エンジン各部には不具合の痕跡は認められなかった。また、同機のプロペラは同機が雪面に衝突する直前まで回転していたものと考えられる。(3.10)
- (14) 機長は、トランスポンダーの緊急コード「7700」を送信し、かつ、搜索救難周波数121.5MHzを使用して、関係機関及び近傍を飛行中の航空機に自機の位置を通報し、支援を要請する必要があったものと考えられる。(3.11)
- (15) 同機に搭載されていたELTは正常に作動する能力があったが、補助アンテナが折損していたため、搜索救難衛星及び搜索救難機は事故当日の6月3日に緊急信号を受信することができなかったものと考えられる。(3.12.1)
- (16) 同社は、同機搭載ELTを製造者マニュアルに記載されたとおりに取付・使用していなかったため、衝撃によりELTの補助アンテナが折損したものと考えられる。(3.12.2)
- (17) 国土交通省航空局は、小型航空機の利用者に対しELTの適正な取付・運用方法等に関する情報を提供することが必要である。(3.12.3)
- (18) 国際民間航空条約第12附属書の規定では、遭難機又は遭難者の位置を迅速かつ正確に特定するため、搜索救難に従事する各航空機は、搜索救難周波数を聴取できる機器を装備する必要があるとされている。国土交通省航空局は、搜索救難に係る関係省庁担当者会議等の場で、関係機関に対し、搜索救難活動中の搜索救難機による搜索救難周波数の聴取が的確に行われるよう要請する必要がある。(3.13)
- (19) 国土交通省航空局においては、有視界飛行方式での雲中飛行の危険性につい

て、操縦士の理解を一層促進し、指導を強化することが望ましい。また、操縦士に対して着氷気象状態での飛行が認められていない航空機にとって着氷は極めて危険であり着氷気象状態で飛行することは絶対に避けなければならないことを周知する必要がある。(3.14.1)

(20) 山岳飛行では余裕を持った山との安全間隔を設定して飛行する必要があると考えられる。国土交通省航空局においては、山岳飛行時の注意事項について操縦士に周知することが望ましい。(3.14.2)

(21) 操縦士は業務上必要な場合を除き、原則として、常にシートベルト及びショルダーハーネスを着用する必要があると考えられ、国土交通省航空局は、操縦士のシートベルト及びショルダーハーネスを着用を励行するよう指導するとともに同乗者にもシートベルト等の着用を求めるよう指導する必要がある。(3.15)

4.2 原因

同機は、山岳地帯を有視界飛行方式で飛行中、雲中飛行となったものと考えられ、機長及び操縦士Aが地表を視認して自機の位置及び周囲の状況を把握することが困難となり、山頂付近に近づいて衝突したものと考えられる。

山頂付近に近づいて衝突したことについては、視界を失って衝突を回避できなかった、機体着氷により高度の維持ができなくなったか若しくは失速した、又は強い乱気流に遭遇した可能性が考えられるが、機長及び搭乗者が死亡したため特定することはできなかった。

同機が雲中飛行となったことについては、機長及び操縦士Aによる出発前の山岳地帯の気象予測が不十分であったこと及び飛行中の引き返しの決断が遅れたことによるものと考えられる。

5 再発防止策

5.1 本事故後に同社が講じた再発防止策

本事故を踏まえ、同社は、以下の再発防止策を講じた。(抜粋)

- (1) 関係法令の遵守等の徹底、安全教育の実施等、全社員の安全意識の向上を図った。
- (2) 全経路で有視界気象状態維持可能と判断した場合のみ出発、予期せぬ天候悪化時の引き返し/経路変更の早期判断等、安全教育を実施した。
- (3) 当面、山岳地帯の運航を自粛する等、山岳地帯の運航制限を付し、「山岳地

帯飛行実施要領」を作成し、これに基づき教育を行った。

- (4) 操縦訓練飛行（航空機使用事業）と航空機賃貸業の運航形態について不明確な部分が認められたため、事業内容と運航形態を明確にすることとした。
- (5) 会社で運営・管理する新飛行クラブを設立し、クラブ会則、運営規則等を設定し、航空機賃貸契約の設定、航空機搭乗契約書の見直し等を実施することとした。
- (6) 各種飛行実施要領（遊覧飛行、航空写真撮影飛行、操縦訓練飛行等）を見直した。
- (7) 運航時には必ず会社備え付け携帯電話を携行することとした。
- (8) E L Tの搭載位置を検討するとともに、E L Tの非常時操作の手順書を作成して機内に搭載することとした。
- (9) 飛行経路等の情報を得るため、携帯用G P Sを搭載した。

5.2 本事故後に国土交通省航空局が講じた再発防止策

本事故を含め近年の小型航空機に係わる航空機事故の発生を踏まえ、国土交通省航空局は以下の再発防止策を講じた。（抜粋）

平成29年10月から11月に全国8空港において安全運航セミナーを開催し、VFRでの雲中飛行の危険性を周知するリーフレットの再配布を行った他、当該リーフレットを国土交通省航空局ホームページにて容易に確認できるようホームページ構成の見直しを行った。また、平成30年4月にはCFIT^{*46}対策を盛り込んだ安全啓蒙動画を作成し、重量重心の計算、気象状況の確認、飛行規程の遵守等の重要性について広く周知した。

5.3 今後必要とされる再発防止策

5.3.1 国土交通省航空局に必要とされる措置

- (1) 3.7に記述したとおり、本事故では、同機が気温0℃前後の高度で雲中飛行となり、翼等へ着氷したため、飛行性能が著しく低下していた可能性が考えられる。国土交通省航空局は、操縦士に対し、着氷気象状態での飛行が認められていない航空機にとって着氷は極めて危険であり着氷気象状態で飛行することは絶対に避けなければならないことを周知する必要がある。
- (2) 3.15に記述したとおり、本事故時、機長及び操縦士Aは、腰シートベ

*46 「CFIT (Controlled Flight Into or toward Terrain)」とは、航空事故の一形態で、耐空証明を受け問題のない航空機が問題のない操縦士によって操縦されている場合に、衝突の可能性に気付かないまま山や地面、水面、障害物等に衝突する事故のことである。

ルトを着用していたがショルダーハーネスを着用しておらず、また後席の同乗者2名は3点式シートベルトを着用していなかった可能性が考えられる。搭乗者のシートベルト及びショルダーハーネスの着用は事故発生時に致命傷を受ける危険性を減少させるために有用である。国土交通省航空局においては、小型機の操縦士に対して、シートベルト及びショルダーハーネスの着用を励行するとともに同乗者にシートベルト等の着用を求めるよう指導する必要がある。

- (3) 3.12.3に記述したとおり、同社は、製造者のマニュアルとは異なる方法によりELTを搭載していたため、補助アンテナが折損し正常に機能せず、搜索救難に役立たなかった。国土交通省航空局は、小型航空機の利用者に対しELTの適正な取付・運用方法等に関する情報を提供する必要がある。
- (4) 3.13に記述したとおり、本事故発生後の搜索救難活動において、県警へりは121.5MHzの搜索救難周波数は聴取していなかったものと考えられるが、搜索救難に従事する航空機においては、目視での遭難機又は遭難者の搜索に加え、搜索救難周波数を聴取することは、迅速かつ正確に遭難機又は遭難者の位置を特定するうえで不可欠である。国土交通省航空局は、搜索救難に係る関係省庁担当者会議等の場で、関係機関に対し、搜索救難活動中の搜索救難機による搜索救難周波数の聴取が的確に行われるよう要請する必要がある。

6 勸告

6.1 国土交通大臣に対する勸告

本事故において、事故機は、山岳地帯を有視界飛行方式で飛行中、雲中飛行となったものと考えられ、地表を視認して自機の位置及び周囲の状況を把握することが困難となり、山頂付近に近づいて衝突したものと考えられる。

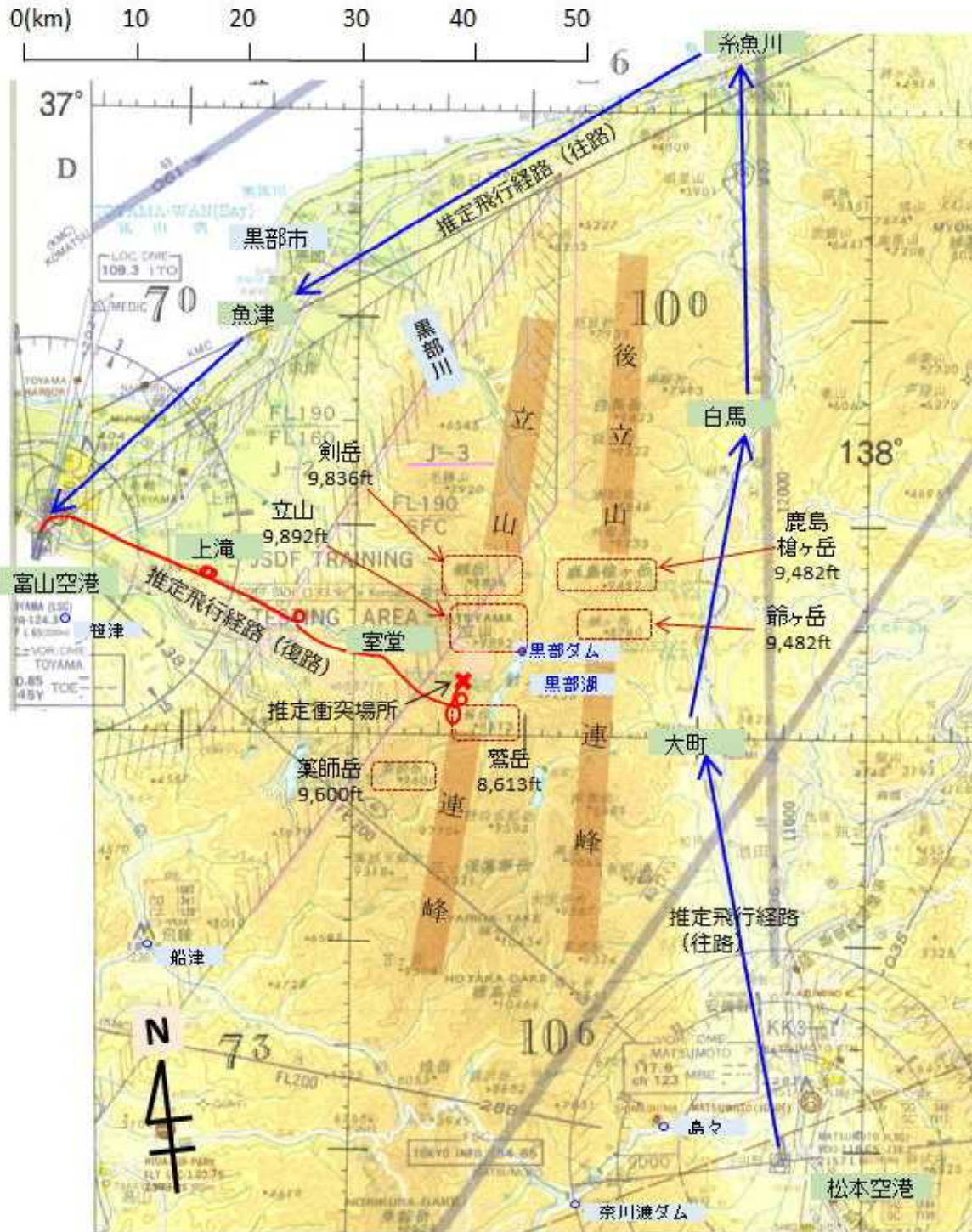
山頂付近に近づいて衝突したことについては、視界を失って衝突を回避できなかった、機体着氷により高度の維持ができなくなったか若しくは失速した、又は強い乱気流に遭遇した可能性が考えられる。

また、同機が雲中飛行となったことについては、出発前の山岳地帯の気象予測が不十分であったこと及び飛行中の引き返しの決断が遅れたことによるものと考えられる。

本事故調査の結果を踏まえ、運輸安全委員会は、国土交通大臣に対して、運輸安全委員会設置法第26条の規定に基づき、航空事故防止及び航空事故が発生した場合における被害の軽減のため以下の施策を講じるよう勸告する。

- (1) 操縦士に対し、着氷気象状態での飛行が認められていない航空機にとって着氷は極めて危険であり着氷気象状態での飛行は絶対に避けなければならないことを周知すること
- (2) 小型機の操縦士に対して、シートベルト及びショルダーハーネスの着用を励行するとともに同乗者にシートベルト等の着用を求めるよう指導すること
- (3) 小型航空機の利用者に対しELTの適正な取付・運用方法等に関する情報を提供すること
- (4) 捜索救難に係る関係省庁担当者会議等の場で、関係機関に対し、捜索救難活動中の捜索救難機による捜索救難周波数の聴取が的確に行われるよう要請すること

付図1 推定飛行経路（1）



(区分航空図^{*47})

*47 区分航空図(公益社団法人/日本航空機操縦士協会発行)は有視界飛行において有用な航空参考図である。区分航空図には、緯度線と経度線30分間隔で囲まれた範囲内の最高地形標高(x100ft)が参考値として示されている。

付図2 推定飛行経路 (2)



(国土地理院地図)

付図3 推定飛行経路 (3)



(国土交通省 立山カルデラ砂防博物館より)

付図4 推定飛行経路（4）



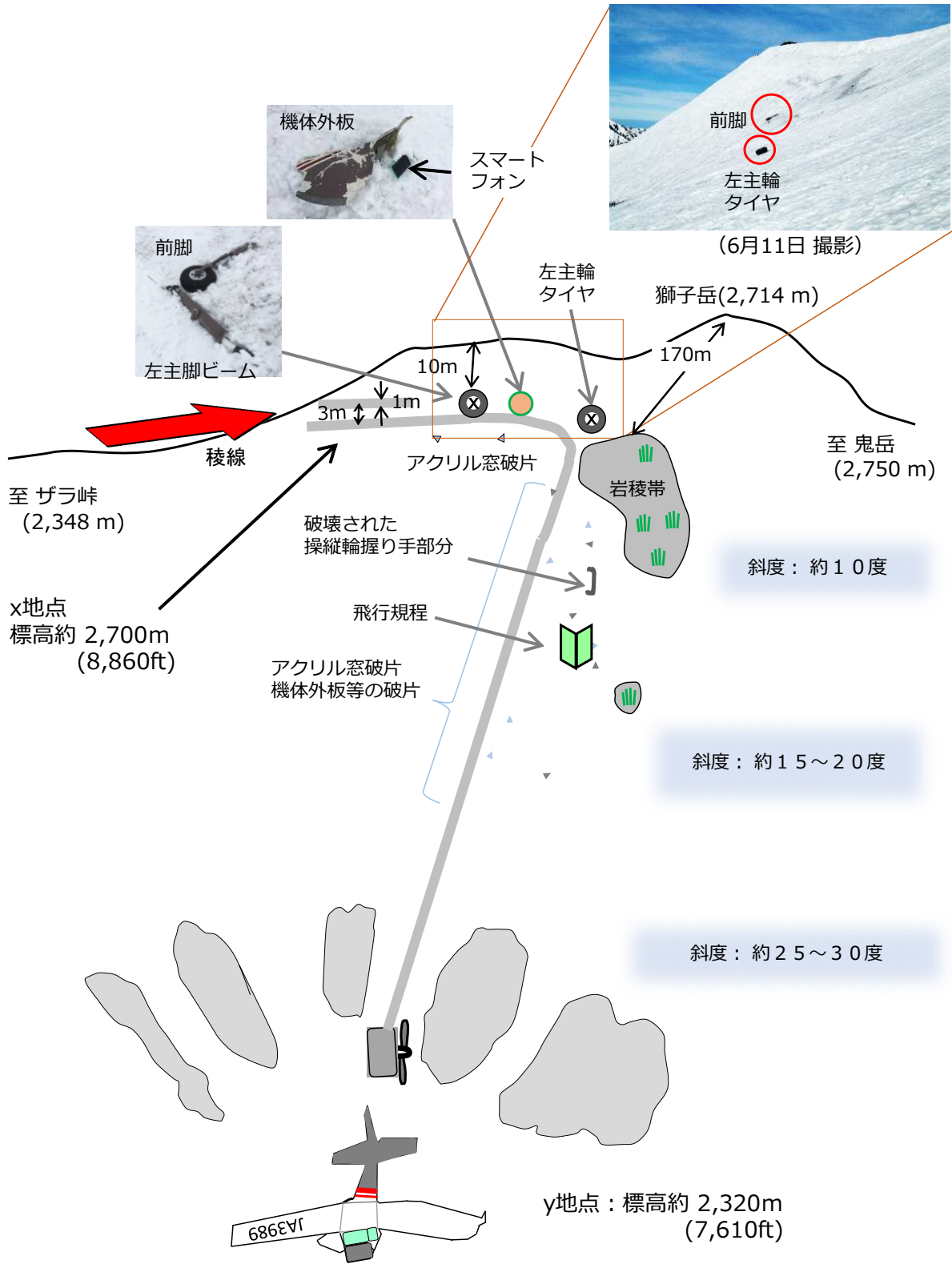
(国土地理院地図)

付図5 事故現場



付図6 推定衝突場所、痕跡等の状況

(山岳警備隊の口述及びスケッチによる)



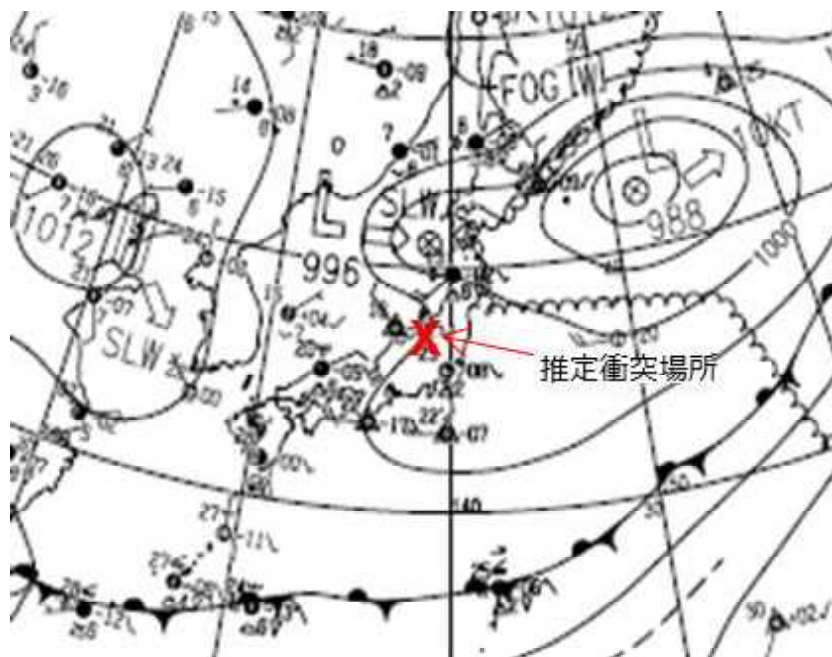
付図7 機体発見現場



付図8 機体発見時の同機

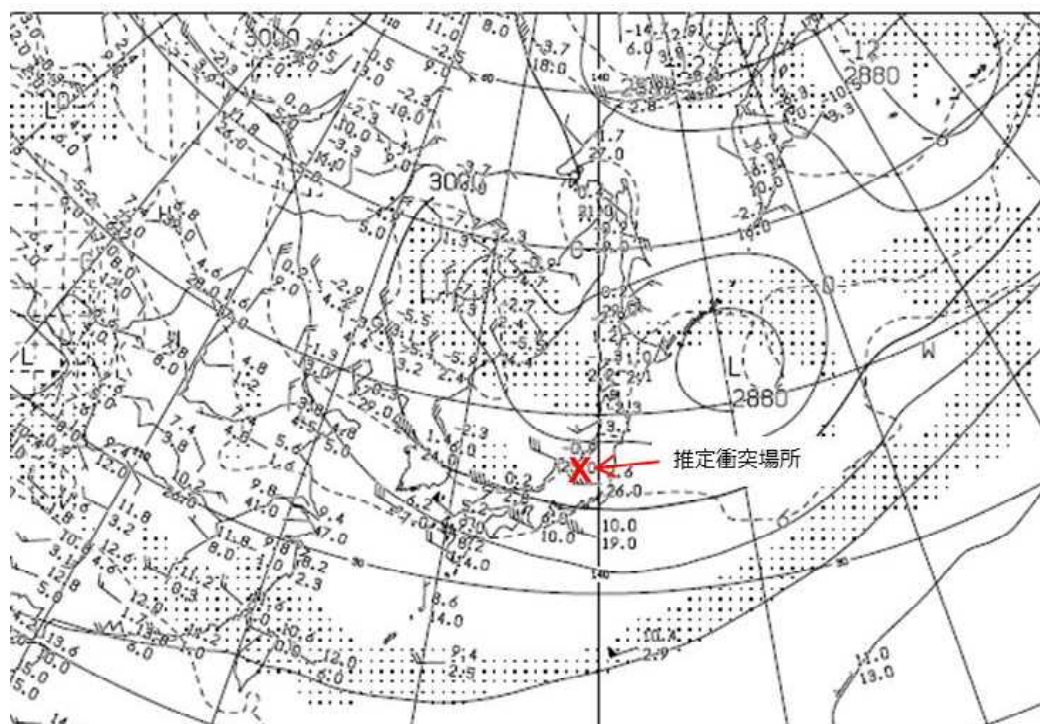


付図9 気象情報 (1)



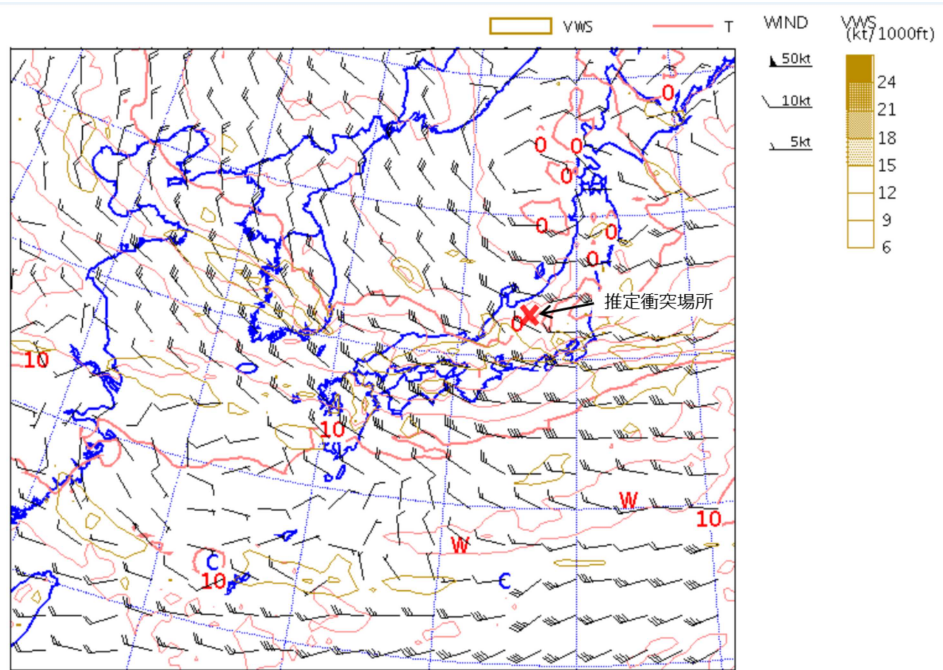
地上天気図 平成29年6月3日 15時00分

付図10 気象情報 (2)



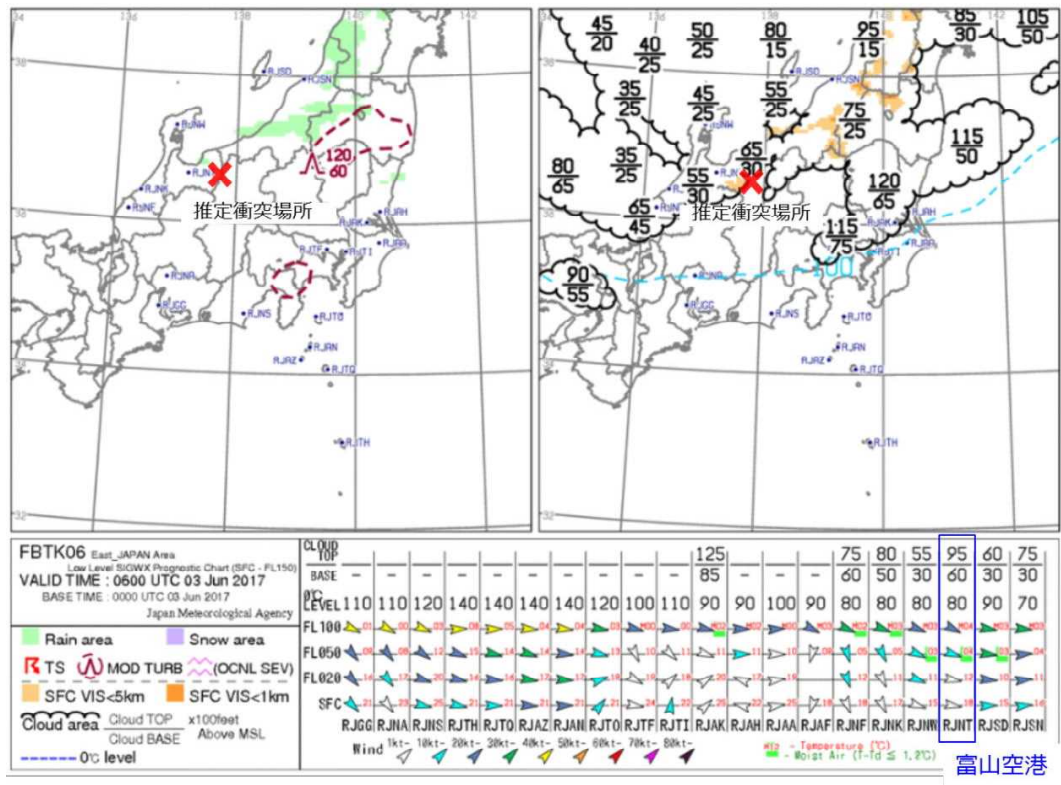
700hPa 高層天気図 平成29年6月3日 9時00分

付図1 1 気象情報 (3)



毎時大気解析図 高度9,000ft 平成29年6月3日 15時00分

付図1 2 気象情報 (4)



下層悪天予想図 平成29年6月3日 15時まで有効

付図 1 3 セスナ式 1 7 2 P 型三面図

単位：m

