

## イエティ航空 ATR72-500 が墜落

第1報 2023-01-17

第2報 2023-05-10

### 第1報

Q: どのような事故ですか？

A: 2023年1月15日、ネパールのイエティ航空 YT691 便 (ATR72-500) がポカ国際空港の滑走路 12 への最終進入段階で墜落しました。ポカ国際空港は本年1月1日に開港しましたが、同便は以前の空港との間に流れるセリ川の土手に激突して炎上しました。現地の報道によると、パイロットは最初に滑走路 30 への進入を準備した後で滑走路 12 への進入を航空管制に要求したとのこと。同空港の標準計器到着方式 (SIA: Standard Instrument Arrival procedure) によれば、同便は最初に旧空港に設置されている POK VOR をインシャル進入位置 (Initial Approach Fix (IAF)) として 087° の方位角 (Heading) で通過した後に、滑走路 12 に向けて右旋回しなければならないことになっています。新空港は旧空港の東南東に位置しています。その日の YT691 の前の便はすべて滑走路 30 に着陸していました。1月12日の YT677 便 (ATR72) だけは、空港の北側を飛んだ後に滑走路 12 に着陸していました。現時点では、搭乗者 72 名のうち 68 名の死亡が確認されています。



図.1 イエティ航空の事故機と同型機

Q: これだけの情報では事故原因を推察するのは難しいと思いますが、何か手掛かりになる情報がありますか？

A: その日の YT691 の前の便はすべて滑走路 30 に着陸していたというのに、YT691 だけが滑走路 30 への進入を準備した後で滑走路 12 への進入を要求したという情報が気になります。直前の便も滑走路 30 に着陸したのですから、風は滑走路 30 の向かい風だったはずですが、それなのにあえて追い風となる滑走路 12 への進入を要求したというのは、大きく回り道して滑走路 30 に着陸する余裕がなかったからだと推測されます。つまり、パイロットは滑走路の変更を要求した時点ですでに何か操縦の困難性を認識していて、滑走路 12 にそのまま緊急着陸したかったのだと思います。

Q: ところで、滑走路の数字は何を意味するのですか？

**HuFac Solutions, Inc.**

A: この数字は滑走路の指示標識といいます。航空機の進行方向（離着陸方向）から見た滑走路の方角を表しています。離着陸時の航空管制とのやりとりなどで使われます。航空機の運航に重要な情報です。例えば、滑走路 12 は真北を 0° とする時計回りの方向（120°）に向けた滑走路を意味します。滑走路 12 と滑走路 30 は同じ滑走路で、向きが 180° 異なるだけです

Q: パイロットはなぜ航空管制に緊急事態を宣言しなかったのでしょうか？

A: 推測ですが、当日の YT691 便が置かれていた特殊な状況に関連している気がします。

Q: 「特殊な状況」とはどういうことですか？

A: 公式には確認されていませんが、当日の YT691 便では年配の女性副機長の機長昇格チェックが行われていたという地元消息筋の情報があります。チェックされていた副機長が操縦していたとすれば、原因不明の操縦の異常を感じても大袈裟に緊急事態を宣言しにくかった可能性があります。副機長が操縦の異常を審査教官に話していたとしても、プライドが高い審査教官が大袈裟に振舞うことを躊躇した可能性もあります。副機長が操縦の異常を感じたのは、滑走路の変更を要求した時点よりそれほど前のことではないと思われます。

Q: 航空機が進入時に遭遇する事故としては CFIT (Controlled Flight Into Terrain) がよく知られていますが、この事故は CFIT とは考えられないのですか？

A: CFIT とは、パイロットの錯視や錯覚といった脳の潜在意識 (Subconscious Mind) で起きる事故です。パイロットが航空管制に明確に滑走路の変更を要求している状況からは、パイロットが潜在意識で行動していたとは考えられません。CFIT の可能性はないと思われます。

Q: 事故原因が CFIT でないとなれば、航空機を墜落させる原因は他に何があるのですか？

A: 主翼の失速 (Stall) が最も疑われます。主翼を失速させる要因は 2 つあります。①主翼の空力形状の異常と②パイロットによる誤操作です。

Q: トップダウン思考の事故原因分析では、その先どのように事故原因を絞り込むのですか？

A: トップダウン思考とは、事象を広い視野と深い洞察力で考えて問題解決を探ることです。広い視野で ATR 社製の機種に注目してみれば、ATR42 シリーズや ATR72 シリーズはこれまで主翼前縁 (Leading Edge) の着氷が原因で何件か失速による墜落事故を起こしていることがわかります。



図. 2 ATR72 の主翼前縁の着氷

**HuFac Solutions, Inc.**

Q: ATR42 や ATR72 では、主翼前縁の着氷を防ぐ対策はとられていないのですか？

A: 主翼前縁の除氷ブーツ (Deicer Boots) など、さまざまな防除氷装置が装備されています。除氷ブーツは、主翼前縁の着氷をセンサーで感知してエンジンからのニューマティック (高温高圧空気) でゴム製のブーツを自動的に膨らませることで着氷を除去する装置です。ところが、これまでの米国の国家運輸安全委員会 (NTSB) による事故調査で、ATR42 や ATR72 の除氷ブーツが機能不足であることがわかりました。主翼前縁における除氷ブーツの長さが設計時の 2 倍必要であるとのこと。FAA は直ちに ATR42 シーズと ATR72 シーズに対して耐空性改善命令 (AD) を発効して、改修と設計変更を指示しました。

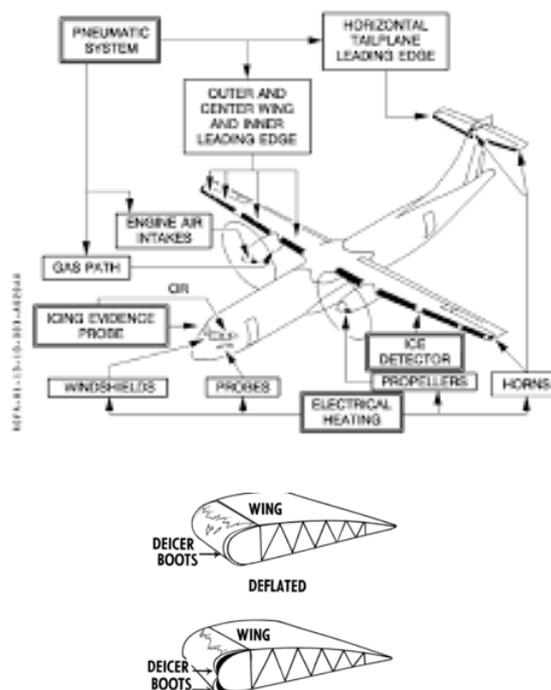


図. 3 ATR42 と ATR72 の防除氷装置

Q: 事故機では AD の改修が実施されていたのですか？

A: 事故機は 2007 年 8 月に登録されて、その後いくつかの航空会社で転売されています。AD の改修が実施されていなければ転売はできません。AD の改修は実施されていたと思います。

Q: それなら、他に何が事故原因として考えられるのでしょうか？

A: 2 つ考えられます。①AD の改修内容がまだ不十分であるか、②パイロットが除氷ブーツの作動スイッチを入れ忘れていた、ということです。②の原因による事故は現実は何件か起きています。

Q: 除氷ブーツがうまく機能しなければ、航空機の操縦にどのような影響があるのでしょうか？

A: NTSB による過去の類似事故の調査では、「補助翼の逆効き (Aileron Reversal)」という深刻な操縦不能に陥ると指摘されています。

**HuFac Solutions, Inc.**

Q: 「補助翼の逆効き」とはどのような操縦不能ですか？

A: 補助翼が取り付けられている主翼部分の前縁に着氷があれば、空気の流れが乱れて後方の補助翼の揚力に影響を及ぼします。極端な場合には、操縦輪（Control Wheel）を回して補助翼を操作しても機体が思う方向とは逆に旋回するという現象が起きます。

Q: 「補助翼の逆効き」が起きると、パイロットはどのような心理になるのですか？

A: ヒューマンファクターの専門家はよく知っています。操縦輪を回せば航空機が所望の方向に旋回するという現象などは、専門的には制御則（Control Law）といわれています。制御則は訓練の成果としてパイロットの脳の潜在意識に刷り込まれます。パイロットが緊急時に潜在意識に反して行動することは容易ではありません。ほとんどの場合、「補助翼の逆効き」が起きるとパイロットはパニックに陥って航空機を失速させてしまうと考えられています。

Q: 報道されている一般人がスマホで撮影した映像では、機体が失速で錐揉み状態（Spin）になっているように見えませんが、これはどういうことですか？

A: 通常は、航空機が失速すると錐揉み状態に陥って墜落します。これも推測ですが、パイロットがボカアの市街地に墜落しないよう必死に努力していたのではないかと思います。人口が密集する市街地に墜落すれば、地上で甚大な被害がでることになります。弊社が羽田空港の東京都心上空進入ルートに懸念をもつのも、東京都心で同じような事故が起きる可能性があるからです。

Q: パイロットが除氷ブーツのスイッチを入れ忘れたとすれば、乗客が乗る通常便でパイロットがチェックされることと関連がないのでしょうか？

A: 無関係とはいえないと思います。弊社代表が勤務していた JAL でも、パイロットのチェックをしていた DC-8 による通常便で進入時に空港の着陸灯に脚を接触させるという事故がありました。事故の詳細は、公式の事故調査報告書でも報告されていて秘密ではありません。チェック飛行では、パイロットが緊張するだけでなく飛行前の点検作業の分担が乱れる可能性もあります。このことがパイロットのエラーを誘引しないとはいえません。

Q: チェック飛行にパイロットのエラーを誘引する要因があるのなら、多くの乗客が搭乗する便でなぜ行なわれるのでしょうか？

A: パイロットのチェックは頻繁に行なわれています。最近の一部がシミュレータで行なわれるようになっていますが、機長昇格チェックのように路線の習熟度を確認するチェックはシミュレータでは行なえません。チェックだけのために飛行させることは多大な経費を要します。それだけに、チェック飛行におけるヒューマンファクターの研究は重要といえます。JAL における事故の調査では、この点は特に勧告されませんでした。

Q: ATR72 や ATR42 はわが国でも使われているのですか？

A: ATR72 や ATR42 は世界のコミュータ航空業界でも人気のあるリージョナルジェット機の 1 つです。わが国のコミュータ航空会社もすでに使っていますし、今後も導入の計画があるようです。それだけに、わが国の航

## HuFac Solutions, Inc.

空界や社会もこの事故に関心をもつ必要があります。

Q: これまでのお話はすべて推測の域を出ないと思いますが、この事故の公式調査は今後どのように行なわれるのでしょうか？

A: シカゴ条約の付属書（ICAO Annex 13）に則って、日本の航空当局とフランス航空当局が事故調査を主導します。これまでの経験から、米国のNTSBも協力すると思われます。フランスや米国の当局にはトップダウン思考ができる人材が揃っているはずで、これから回収される飛行記録の調査から、これまでのお話とは異なる事故の真因が明らかになる可能性もあります。ですがそうだとした場合、これまでのお話は今後の航空安全の推進のために決して無駄にはならないと思っています。

## 第2報

Q: 事故調査に進展があったのでしょうか？

A: 事故機のブラックボックス（CVRとFDR）が回収され、事故調査チームにより解読されました。事故調査チームは、本年2月13日に解読結果を含めた初期報告書（Preliminary Report）を公表しています。初期報告書のpdfは下記URLからダウンロードできます。

<https://www.flightradar24.com/blog/wp-content/uploads/2023/02/Yeti-Airlines-15-Jan-2023-Preliminary-Report.pdf>

Q: 初期報告書には、第1報に書かれていない事実が書かれているのですか？

A: 第1報に書かれていない主な事実は、降下の終盤でフラップを30位置に下げようとした際に、両側エンジンの回転数が25%まで低下してトルクがほとんどゼロになってしまったことです。その時点で、FDRによれば両側エンジンのプロペラがフェザリング状態に切り替わっています。その直後に、機体が急激に左旋回するとともに失速警報（Stick Shaker）が作動するという異常が始まっています。

Q: 「プロペラのフェザリング状態」とはどういうことですか？

A: プロペラによる空気抵抗を最小にするために、プロペラの角度を気流と平行にセットすることです。パイロットが手動で切り替える場合と自動的に切り替わる場合があります。

Q: 事故調査チームは何か原因の手がかりを把握できているのでしょうか？

A: まったく把握できていないようです。今後は下記の項目を重点的に調査するそうです。

① 両側エンジンのプロペラがフェザリング状態に切り替わった経緯（弊社注：手動か自動か？）

② ヒューマンファクター（弊社注：パイロットに何らかの操作エラーがあったのか？）

③ ポルタ国際空港を国内空港と同時運用する際の目視進入方式に問題はないか？

Q: 初期報告書には、第1報で推測された事故原因を否定する内容が含まれているのですか？

A: 弊社は事故発生のわずか2日後に、トップダウン思考で事故原因を①ADの改修内容がまだ不十分であるか、②パイロットが除氷パーツの作動スイッチを入れ忘れていた、と推測しました。つまり、原因を「事故

**HuFac Solutions, Inc.**

機の主翼前縁部分に図. 2 のような着氷があった」と推測しました。初期報告書は、「事故機の両側エンジンの推力が同時に低下した」と報告しています。このような特異な現象の原因は、「主翼前縁部分の着氷」としか考えられません。つまり、初期報告書の内容はむしろ弊社の推測を裏づけているといえます。

Q: 主翼前縁部分に着氷があれば、なぜエンジン推力が低下するのですか？

A: 次のような経緯でエンジン推力が低下します。主翼前縁部分の着氷→主翼の揚力の低下→主翼の迎角 (Angle of Attack) の増加→エンジンの空気吸入口の閉塞 (Choking) →エンジンの回転羽根 (Blade) の失速→エンジン回転数の低下→エンジン推力の低下の順です。



図. 4 ATR72-500 のエンジンの空気吸入口

Q: 事故調査チームはなぜ原因の手がかりを把握できないのでしょうか？

A: 第 1 報では、欧米の事故調査専門家がトップダウン思考で原因を推測できるのではないかと期待していました。ですが、残念ながらそうはならなかったようです。第 1 報にも書いたように、トップダウン思考では「パイロットは着陸直前になぜあえて追い風の滑走路 12 に変更したのか？」ということに着目します。そして、その理由を「パイロットが主翼前縁部分の着氷による操縦感覚の異常を感じて、できるだけ早く最寄の滑走路 12 に着陸したいと考えた」と推測します。事故調査チームにそのようなトップダウン思考ができなければ、この事故は「迷宮入り」するかも知れません。弊社は、事故調査チームの専門家などにもトップダウン思考を広めていきたいと思っています。

本情報に関する連絡先：

(株) ヒューファクソリューションズ

URL: <http://www.hufAc.co.jp>

E-mail: [info@hufAc.co.jp](mailto:info@hufAc.co.jp)