

インドネシア航空機が墜落②

2021-03-31

Q: 第1報から何か進展があったのですか？

A: 事故は2021年1月9日に起きましたが、インドネシアの事故調査当局は2021年2月10日に事故調査の中間報告 (Preliminary Report) を公表しています。

Q: 中間報告の概要をお聞きしたいのですが、その前に第1報で伝えられた事故の概要をあらためて聞かせていただけますか？

A: 2021年1月9日、スリウィジャ航空182便 (ボーイング737-500) がインドネシアのジャカルタ (スカルノ-ハッタ) 国際空港を離陸直後に海に墜落しました。56人の乗客と6人の乗員全員が死亡したとされます。182便はパナムンを出発後に現地時間12時11分にジャカルタ国際空港に到着していました。その後、13時40分に再離陸しました。附近で雷雨が発生していたため、空港の天候は大雨と低雲をとまなう悪天候となっていました。そのために離陸が遅れて、14時18分に滑走路25Rへの離陸滑走 (Taxing) が許可されました。滑走路35Rからの離陸は14時35分に開始されました。離陸後、上昇しながら右旋回を開始しました。14時37分に29,000フィートまでの上昇を許可されました。「フライトレコーダー-24」のADS-B追跡データによれば、同便は高度約11,000フィートに到達した後に急速に降下しています。最後の記録は14時40分で、空港からほぼ19 km、海岸の北7 kmのジャバ海上空でした。航空管制は、同便が飛行計画通りに方位075° に向かうのではなく北西の方向に飛んでいることに気づいていました。インドネシア政府の救難チームが海域の捜索に当たり、ダイバーが海深23mで残骸の一部を発見しました。それ以前にも、金属部品やケーブル、救難フライトなどの浮遊物が見つかっていました。最新の報道によれば、当局は操縦室音声記録 (CVR) と飛行記録 (FDR) の電波を検知しており、位置を特定しているとのこと。CVRとFDRは互いに離れた場所に沈んでいるようです。

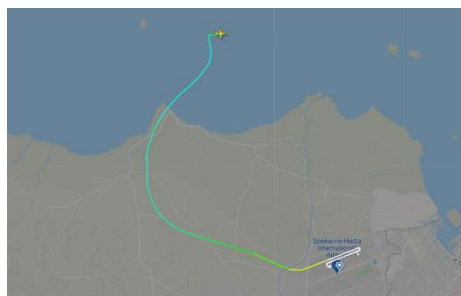


図. 1 フライトレコーダー-24のADS-B追跡データ

Q: 中間報告では、どのような事実が新たに公表されたのですか？

A: CVRの内容はまだ公表されていませんが、FDRの解読結果などこれまでにわかった事実が公表されています。新たに公表された事実は下記のようなものです。

記

14時37分に182便が29,000フィートまでの上昇を許可された5秒後に、高度1,980フィートで自動操縦装置（オートパイロット）が入れられました。高度8150フィートを過ぎる14時38分42秒に、左側エンジンの推力レバーが後退し始めました。一方、右側エンジンの推力レバーは正常な位置に留まっていた。FDRによれば、左側エンジンのN1回転数も減り続けていました。右側エンジンのN1回転数は正常でした。その9秒後に、182便は雷雲を避けるために方位075°への変針を航空管制に要請して許可されています。14時40分05秒に、182便は約10,900フィートの最高高度に到達しました。この時点でオートパイロットが外れました（弊社注：パイロットが外したのか、自動的に外れたのかは不明）。この時の方位は016°、ピッチ角は4.5°機首上げ、ロール角は左45°でした。その5秒後に、自動推力制御装置（オートスロットル）が外されて、ピッチ角が10°機首下げになりました。機体はそのまま急降下に陥り、約20秒後に海面に激突しました。機体の残骸は深さが約16メートルの海面の80×110メートルの範囲に散乱しました。事故調査では、182便の機体は事故の数日前からオートスロットルに問題があったことがわかっています。2021年1月3日に、パイロットがオートスロットルの不具合を報告していました。整備士はオートスロットルのコンピュータのコネクターを清浄する措置をとりました。措置後のコンピュータのBITE（Built-in Test Equipment、内臓自動故障検知装置）テストでは、特に異常はありませんでした。2021年1月4日にも、パイロットがオートスロットルの不具合を報告しました。整備士がコンピュータのコネクターを清浄しても不具合が解消しなかったために、トラブルは「経過観察整備事項（Deferred Maintenance Items）」にリストアップされました。2021年1月5日に、整備士がオートスロットルのTOGA（Takeoff and Go Around）スイッチのコネクターを清浄したところ、BITEテストでは異常が認められなくなっていました。

Q: 御社は第1報で事故の原因や経緯を早々と推測していましたが、中間報告で公表された事実と突き合わせて、訂正することなどありませんか？

A: 推測はさほど外れていないと思っています。弊社は「コト禍は社会のさまざまな不条理を炙り出している」との見解をもっていますが、民間航空界も例外ではないと認識しました。つまり、182便の機体はコト禍による需要の減退で9ヶ月にわたって使用されませんでした。その間には特別の保全処置（Preservation Maintenance）が必要ですが、それが十分でなければコンピュータなどの電子装置などに不具合が生じる可能性があります。オートスロットルに不具合が生じたのも、9ヶ月間の休眠状態と無縁ではないかも知れません。また、コト禍の影響で整備士の故障探求（トラブルシューティング）の能力が低下しているかも知れません。本来なら、整備士はBITEテストだけでトラブルシューティングが十分とは考えません。BITEテストはコンピュータ機能の一部しか検査できないからです。パイロットと整備士の間やパイロットどうしのコミュニケーションも、コト禍による注意力散漫で低下していた可能性があります。

HuFac Solutions, Inc.

す。複雑なシステムのトラブルシューティングでは、関係者による綿密なコミュニケーションが不可欠です。ヒューマンファクターでは、このようなコミュニケーションをCRM訓練で訓練するよう推奨しています。

Q: ホトスロットルに不具合が生じた際のパイロットの対応はどうだったのですか？

A: インドネシアの事故調査当局やボーイング、NTSBは、その点に最も注目しています。従前より、複雑な電子システムを多用しているハイテク航空機におけるパイロットの異常時の対応がヒューマンファクターの問題として指摘されていました。民間航空界は議論の末、パイロットにアップセット訓練 (Upset Training) を新たに課することで対処することにしました。事故調査当局は、アップセット訓練が運航の現場に定着しているかどうかに関心を持っています。わが国の航空界でも、アップセット訓練が定着しているとは必ずしもいえません。アップセット訓練の設計には、ヒューマンファクターの知識が不可欠であることはいまでもありません。



図.2 異常時のアップセット訓練

Q: アップセット訓練の骨子はどういうものですか？

A: 自動化システムの異常に早く気づいて、冷静に対処できる能力を養成することです。182便のパイロットは、ホトパイロットとホトスロットルに頼って上昇したために、ホトスロットルの不具合で左側のエンジンの推力が低下していることや機体姿勢が大きく変化していることにまったく気づかなかったようです。ホトパイロットが補助翼 (エルロン) で姿勢を自動的に修正していたためと思われます。ホトパイロットによるエルロン操作により、機体のロール角は45° になっていました。悪天候で視界が悪かったことも、パイロットが姿勢変化に気づかなかったことに寄与したようです。ヒューマンファクターでは、このような状況を「自動化システムへの過剰依存による状況認識能力の低下」といっています。

Q: パイロットがそのような状況に気づかないでいると、どうなるのですか？

A: ホトパイロットが能力の限界を超えて自動的に外れます。そうすると、機体姿勢がさらに大きく崩れてパイロットが当惑 (Upset) することになります。

Q: パイロットが当惑すると一般的にどのような行動をとるのでしょうか？

A: パイロットは、通常のエンジン故障時訓練でエルロンと方向舵 (ラダー) を操作して姿勢をバランスさせるよう訓

HuFac Solutions, Inc.

練されています。ですから、潜在意識で咄嗟にエルロンとラダーを手動操作しようとするはずはです。

Q: パイロットがエルロンとラダーを手動操作すると、何が起きるのですか？

A: 2つのことが考えられます。①パイロットがラダーペダルを逆向きに踏んで機体姿勢をさらに悪化させる、②ラダーペダルを正しい向きに踏んでも、ラダーPCU (Power Control Unit) の内部で手動機構と自動機構が互いに干渉しあって激しい自励振動が起きる、です。ラダーPCUの自動機構とは、ヨーダンパー (Yaw Damper) とよばれる機体のダッチロールと長周期振動を防ぐ機能です。ヨーダンパーはオートパイロットのON/OFFにかかわらず常に作動しています。

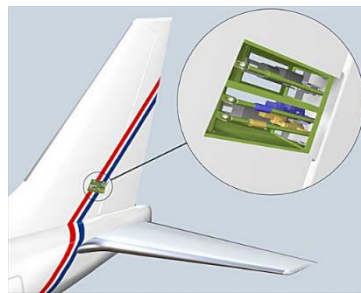


図. 3 737のラダーPCU

Q: 第1報ではラダーPCUの激しい自励振動を推測していましたが、その根拠はCVRとFDRがかなり離れた海域で発見されたという事実ですか？

A: その通りです。中間報告でも、CVRとFDRが互いにかなり離れた海域で回収された事実を報告しています。第1報でも述べたように、この事実はCVRとFDRを格納している胴体後部が墜落の途中で機体主要部分から離脱したことを裏づけています。胴体後部の構造破壊の原因として最も可能性があるのが、ラダーPCUの激しい自励振動です。

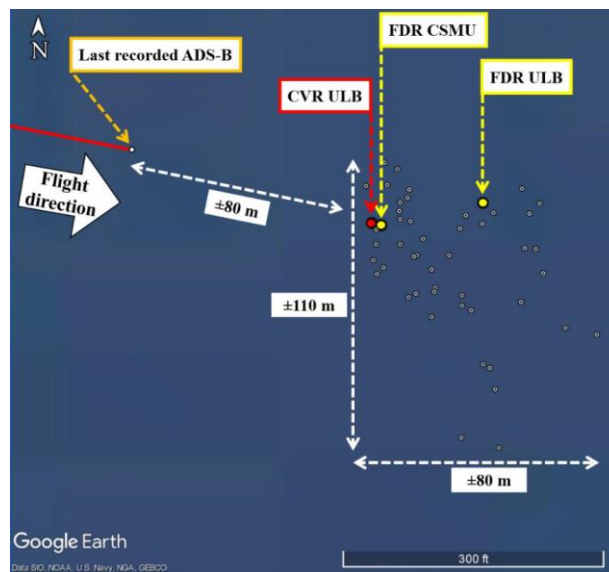


図. 4 CVRとFDRが回収された海域 (中間報告書)

HuFac Solutions, Inc.

Q: ラダー-PCUの自励振動を疑う根拠は他にもあるのですか？

A: 第1報でも述べましたが、ボーイング737が着陸の直前に先行機の交流渦(Trailing Vortex)に遭遇して墜落するという事故が相次いだことがあります。これらの事故の共通点として、胴体後部が機体の主要部分から離れた場所で発見されたという事実があります。ボーイングはラダー-PCUで何か不具合が生じたと考えて、当時のすべての737のラダー-PCUを換装しました。ボーイングが手動機構と自動機構の相互干渉による自励振動を疑ったかどうかは明らかにされませんでした。

Q: ボーイングが気づいていないかも知れないPCUの自励振動を御社が疑う理由は何ですか？

A: まさにそれがトップダウン思考です。弊社代表は、JALの技術部に在籍していた時にボーイング747の昇降舵(エレベーター)のPCUで自励振動があったことを報告されたことがあります。問題解決のためにボーイングと議論しましたが、ボーイングは頑として自励振動の存在を認めようとしませんでした。米国の連邦航空規則(FAR)では「自励振動をとまなうPCUを設計してならない」と厳しく規定されているからかも知れません。この問題は「自動制御システムの安定問題」といわれ、解決できなければ運航停止にもつながる致命的な問題といえます。コト禍はまさに、このようなこの致命的な問題がまだ解決されていないという不条理を炙り出してしまったといえそうです。

Q: インドネシアの事故調査当局やボーイング、NTSBは今後、御社が推測するような可能性について事故調査を進めるでしょうか？

A: 少なくとも、これらの組織はわが国よりもトップダウン思考で事故調査に臨むはずですが、PCUの自励振動にまで行き着くかどうかはわかりません。なぜなら、PCUの自励振動の存在が明らかにされれば航空界は大変なことになるからです。まさに、「パンドラの箱」を開けてしまうことにもなりかねません。航空界が常に航空安全を純粋に追求するとは限りません。時には、経済とのバランスを考えて真実を公表しないこともあります。安全と経済のバランスを広い視野で考えるのも、トップダウン思考といえるのかも知れません。

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