



A330 離陸直後に航法システムの大きな異常、原因は？

1. インシデントの概要

2015年3月10日の出来事です。マレーシアに本拠を置く Air Asia X のシドニー発クアラルンプール行き A330 で、離陸直後に航法システムの大きな異常が発生しました。パイロットは回復操作を行おうとしましたが、かえって事態が悪化し、シドニーに戻ることが出来なくなりました。ATC は事態を素早く把握し、シドニーの南西 722km のメルボルンまでレーダー誘導を行い無事着陸させました。

2. 出発前の準備

その便は、副操縦士が PF つまり操縦を受け持つことになっていました。PF を行うパイロットが操縦席内の準備をするのが通例ですが、機長は副操縦士に「外部点検をやってくれ。中は俺が準備する。」と役割を一部変更しました。機長は FMGS (Flight Management Guidance System) に現在位置を入れる際、Gate (スポット) に大きく掲示されている緯度経度を入力しました。副操縦士は操縦席に戻ったのち決められている見直しを行いました。GPS PRIMARY で位置精度 HIGH と出ており不具合は見つかりませんでした。副操縦士は機長側の ND (Navigation Display) に一瞬 Flag が出るか表示が消えたように見えたのですが、その後異常が見当たらないので機長には報告しませんでした。

3. エンジン始動から滑走路に入るまで

A330 は現地時刻 11:53 にプッシュバックを開始しました。エンジン始動のころ警報チャイムが1度鳴り、ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring) や STATUS Message を見ましたが、何ら異常が発見されませんでした。滑走路 16R には数機の先行出発機があり、順次離陸していきました。A330 に滑走路に入る許可が出たころ、少し間隔を空けて2度チャイムが鳴りました。前回と同様、何ら異常が見つからないため、パイロットは離陸できると判断しました。

4. 浮上直後に EGPWS (Enhanced Ground Proximity Warning) が作動

副操縦士が離陸操作を行い、機長が推力表示その他の計器を監視していました。機首上げ操作を行った直後に TERRAIN TERRAIN と EGPWS が作動し、飛行経路直近に地形または障害物があると示しました。もしこの警報に続き PULL UP の警報が作動すれば、最大限の機首上げ操作を行うことになっていました。しかし機の前方は見えており何ら問題

となる地形等はなく、PULL UP に従うと他機との異常接近が考えられるため、EGPWSは無視することにしました。410ft で Autopilot が入れられ、EGPWS に意識が集中する間に、機はゆっくり左に約 20 度旋回していました。しかし Heading 表示は、SID (Standard Instrument Departure) DEENA 5 に従う 170 でした。機長は出発管制に 900ft 通過中、DEENA 5 で 5000ft に上昇中と通報し、管制官は FL280 までの上昇許可を出しました。

左の図はSID DEENA 5 の経路 (緑色) と実際の飛行経路 (青色)

右の写真は少し不鮮明ですがシミュレーターで再現した浮上直後の計器表示。

ND にはGPS PRIMAY LOST と出ており、Heading は193° を示しています。



5. 管制官が異常を察知

管制官は上昇許可を出した数秒後に、A330 が右旋回を行うべき所で左旋回に入っており、滑走路 16L の出発経路を塞いでいることを察知しました。それで 16L からの離陸について、安全が確保されるまで許可を出さないことを決め、A330 に Heading (磁方位) の確認を求めました。そのとき同機では ND の出発経路などが全て消え、GPS PRIMARY LOST の文字が出て、左に 90 度以上旋回する Tracking Line だけが出ていました。機長は直ちには返答が出来ませんでした。管制官は、「レーダー上で読み取った Heading は 130 である。現在の計器表示で 220 度まで右旋回せよ。」と指示しました。

旋回が終わったところで、管制官は「Standby Compass の表示を報告せよ。」と指示し、A330 より「180 度」との報告を受けました。レーダーで読み取った Heading と一致しているのを確認した管制官は、他機との接近を避けるため上昇許可を FL160 までに変更しました。インシデント調査のため読み取ったデータでは、離陸滑走中の磁方位は全て 193 が記録されており、滑走路磁方位 155 より 38 度も違っていました。新しい機体の ADIRU (Air Data Inertial Reference Unit) では、ジャイロで読み取った真方位に現在位置の偏角を加え

磁方位を算出するようになっており、現在位置に誤差があると磁方位に誤差を生じます。また EGPWS も現在位置を元に警報を発するため、現在位置に大きな誤差があると無用な警報が出ることとなります。

6. システムの回復は困難

機長は操縦と通信を自分で行うと決め、副操縦士に航法計器の異常を回復させるべく指示を出そうとしました。多くの故障では、ECAM に出た表示より順を決めて指示するのですが、ECAM には何も出ていないので単に “Reset the Nav.” と指示しました。副操縦士は QRH (Quick Reference Handbook) を取り出し、まず UNRELIABLE SPEED INDICATION のチェックリストを行いました。しかし今回の現象に合うものではないと判断しました。次いで Waypoint を入れ直し、Radio Nav. を手動で作動させようとしていました。しかし何の反応もありませんでした。

この時点では、パイロットは航法システムを回復させたのち、クアラルンプールに向かうつもりでいました。

副操縦士は会社より貸与された iPad にある手順を読み、航法システムをリセットするには ADIRU のロータリースイッチを NAV から OFF にする必要があると理解し、機長の判断を求めました。機長は単に “Yes” と答えましたが、管制指示が重なり、しばらく操作を遅らせました。管制通信が一段落したところで、副操縦士は ADIRU 1 と 3 のスイッチを Off としました。そこで機長が「操作は中止。」と指示し、ADIRU 2 は NAV のまま残りました。重要なスイッチ操作は、副操縦士がスイッチに手をかけた状態で、個々に機長に再確認を求めて操作するべきでしたが、副操縦士は前記の Yes で自分に任されたと誤認したようです。

これらの操作の結果、Autopilot と Autothrottle が不作動、操縦ロジックが Normal Law から Alternate Law に変わり、以後着陸まで全て手動でデリケートな操作が必要となりました。機長側の PFD (Primary Flight Display : 主計器) は、Air Speed と Vertical Speed 以外は出なくなり、ND は GPS PRIMARY LOST、HDG and MAP NOT AVAILABLE と何も出なくなり、Standby 計器に頼る必要が生じました。副操縦士は IRS ALIGNMENT IN ATT MODE のチェックリストを行い、一部の ND および PFD の機能が戻りました。しかし Heading は Standby Compass に合わせる必要があり、その後も時折リセットする必要がありました。

ここに至ってパイロットはシドニー空港に戻ることを考えましたが、天候が雲高 1700ft 小雨と悪化していました。このような計器では着陸が困難と判断し、天候が良いメルボルン行きを決めました。FL310 まで上昇し、連続してレーダー誘導が行われました。

7. メルボルンでも EGPWS が作動

メルボルンでの最初の進入約 600ft で EGPWS が作動しました。これは無視ということになりましたが、その直後に高度、速度ともに処理しきれないと判断し Go Around を行いました。Visual Circuit (トラフィック・パターン) に入り 14:03 に滑走路 16 に着陸しました。シドニーの離陸から 1 時間 54 分が経過していました。

8. 航法システム不調の原因

飛行前準備で、機長がスポット前に表示されている緯度経度を見ると、S 33° 56.0' E 151° 9.8' でした。FMGS に経度を入れるとき、15198E としました。これだと FMGS に E 015° 19.8' が入力されたことになり、ADIRU は 11,000km 離れたケープタウンを現在位置として算出し始めました。151098E とゼロを入れなければならなかったのです。こういう大きなエラーを防ぐには、FMGS のデータにある出発空港の ARP (Airport Reference Point) を出し、Slew (上下) キーで数値をスポットに合うまで増減することが推奨されていました。しかし機長は、スポットの緯度経度を手動で入れる方が早いと判断したのか、前述の操作を行いました。

この種のエラーを防ぐため、Airbus 社は 2013 年に、SB 34-3287 *Enhanced ADIRU alignment on GPS position* でシステムの改修を推奨しました。手動で入れた現在位置と GPS が算出した位置が大きく相違する場合、手動で入れた位置を拒否するものでした。A320、A330、A340 に関係する内容でしたが、義務化はされておらず、報告書が書かれた時点で、515 機のうち 46% で改修が終わっていました。もちろん、今件の A330 は未改修の機体でした。

9. Runway Position Update は作動しなかった

地上で GPS Update が上手く作動していない場合、離陸滑走の開始で TOGA ボタンを押した時に、離陸滑走開始点の緯度経度に修正が働くロジックがあります。しかし今件では、修正量があまりに過大であるため修正は働きませんでした。

10. 同種の事例は以前より続いています

報告書の内容に含まれない古い話となります。日本の航空会社で、ヨーロッパの空港からアンカレッジに向かう B747 在来型で同種事例がありました。INS (慣性航法装置) に 012393E (東経) と入れるべきところを 012393W (西経) と入れたものです。(数値は概略です。) 入れた緯度に大きなエラーがあると Alignment は進みませんが、経度にエラーがあっても Alignment は進みました。この機体では、磁方位は翼端近くに付いている磁気センサーを元に表示しており、まだ EGPWS が付いていない機体でしたので、離陸では特に異常は生じませんでした。INS 航法に乗ろうとしたら、どうにも訳が分からなくなり、最大着陸重量になるまで燃料を投棄し、出発空港に引き返しました。

事故報告書に戻ります。報告書にはシドニー空港で 2007 年に A320 で、2011 年に A340 で全く同様の事例が発生したとあります。また Airbus 社の報告では、2010 年以後だけで 13 件の同様事例が発生したとあります。

1 1. 離陸前に ND の何を見るべきか

報告書の内容から読み取ったことですが、離陸滑走を始める前に ND を 10nm range とし、機体シンボルと滑走路が出ていること、出発経路の最初の部分が正しく表示されていること、滑走路磁方位が合っていることが、航法システムの最終点検となります。磁方位については、離陸前のどこかの時点で Standby Compass と ND、PFD を見比べることも有効、との記述もありました。この件の副操縦士は、離陸前に警報音が鳴ったとき ND を PLAN Mode とし、range をいろいろ変えて点検しました。そのとき経路の表示は正しく出ていましたが、機体シンボルと滑走路は出ていなかった筈と推定されています。

1 2. メルボルンよりクアラルンプールまで継続勤務

メルボルン着陸後、航法システムは全面的に調べられ、一度電源を切ったのち再起動され、システムには異常が無いと判断されました。乗員の交替は行われず、着陸後 2 時間 58 分で A330 はクアラルンプールに向け出発しました。クアラルンプールまでの飛行は問題なく、乗員の勤務時間は 14 時間 53 分、飛行時間合計は 10 時間 27 分となりました。

[資料] ATSB Transport Safety Report AO-2015-029, 7 September 2016