

航空重大インシデント調査報告書

I 学校法人君が淵学園（崇城大学）所属

セスナ式172S型

JA31UK

熊本県防災消防航空隊所属

エアバス・ヘリコプターズ式AS365N3型（回転翼航空機）

JA90MT

他の航空機が使用中の滑走路への着陸

II 個人所属（SINO JET受託運航）

エンブラエル式ERJ190-100ECJ型

B-3203

航空機の航行の安全に障害となる複数の故障

令和5年3月30日



運輸安全委員会
Japan Transport Safety Board

本報告書の調査は、本件航空重大インシデントに関し、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、航空事故等の防止に寄与することを目的として行われたものであり、本事案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 武田展雄

《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 個人所属（SINO JET受託運航）
エンブラエル式ERJ190-100ECJ型
B-3203
航空機の航行の安全に障害となる複数の故障

航空重大インシデント調査報告書

所	属	個人（SINO JET受託運航）
型	式	エンブラエル式ERJ190-100ECJ型
登録記号		B-3203
インシデント種類		航空機の航行の安全に障害となる複数の故障
発生日時		令和元年12月23日 12時26分17秒
発生場所		新千歳空港の南2.3kmの上空、高度約240ft

令和5年3月10日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委員長	武田展雄	（部会長）
委員	島村淳	
委員	丸井祐一	
委員	早田久子	
委員	中西美和	
委員	津田宏果	

1 調査の経過

1.1 重大インシデントの概要	<p>個人所属エンブラエル式ERJ190-100ECJ型B-3203は、令和元年12月23日（月）、機長ほか乗務員4名、同乗者19名、計24名が搭乗し、目的地である新千歳空港への最終進入中、気圧高度約240ft（対地高度約165ft）で複数の系統から電力供給を受けている操縦室内の全てのディスプレイ・ユニットの表示が一時的に消えた。同機はそのまま着陸した。</p>
1.2 調査の概要	<p>本件は、航空法施行規則の一部を改正する省令（令2国土交通省令88）による改正前の航空法施行規則（昭27運輸省令56）第166条の4第9号に規定された「航空機に装備された一又は二以上のシステムにおける航空機の航行の安全に障害となる複数の故障」に該当し、航空重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。</p> <p>運輸安全委員会は、令和元年12月23日、本重大インシデント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、同26日新たに1名の航空事故調査官を追加指名した。</p> <p>本調査には、重大インシデント機的设计・製造国であるブラジル連邦共和国の代表及び顧問、登録国・運航者国である中華人民共和国の代表及び顧問並びに装備品的设计・製造国であるアメリカ合衆国の代表及びフランス共和国の代表が参加した。原因関係者からの意見聴取及び関係国への意見照会を行った。</p>

2 事実情報

2.1 飛行の経過	<p>個人所属エンブラエル式ERJ190-100ECJ型B-3203は、機長ほか乗務員4名、同乗者19名、計24名を乗せ、新千歳空港（以下「同空港」という。）に向かうため香港国際空港を08時17分（日本時間）に離陸した。</p> <p>同機の乗務員及び千歳管制隊の航空管制員（以下「千歳タワー」という。）の口述並びにフライトレコーダーの飛行記録データによれば、飛行の経過は概略以下のとおりであった（図1）。</p>
-----------	---

	<p>1%</p> <p>1%</p> <p>1&</p> <p>ž Zh</p> <p>1(</p> <p>_h 1) 751HCB</p> <p>Zh Zh</p> <p>_h</p> <p>K5FB-B</p> <p>1*</p>
--	--

1%

D] `ch : `n]b[

D] `ch: Acb]hcf]b[

1&

A]b]ai a'9ei] daYbh'@ gh

1'

=bh]fUhYX 8f]j Y ; YbYUhc

(SS<n %) #&SSJ57 ' S#(S?J5

1(

9b]]bY =bX] W]h]cb'UbX 7fYk'5 Yf]h]b['GghYa

1)

1*

FUa' 5]f' HfV]bY

&' +f%&

! ' & !'

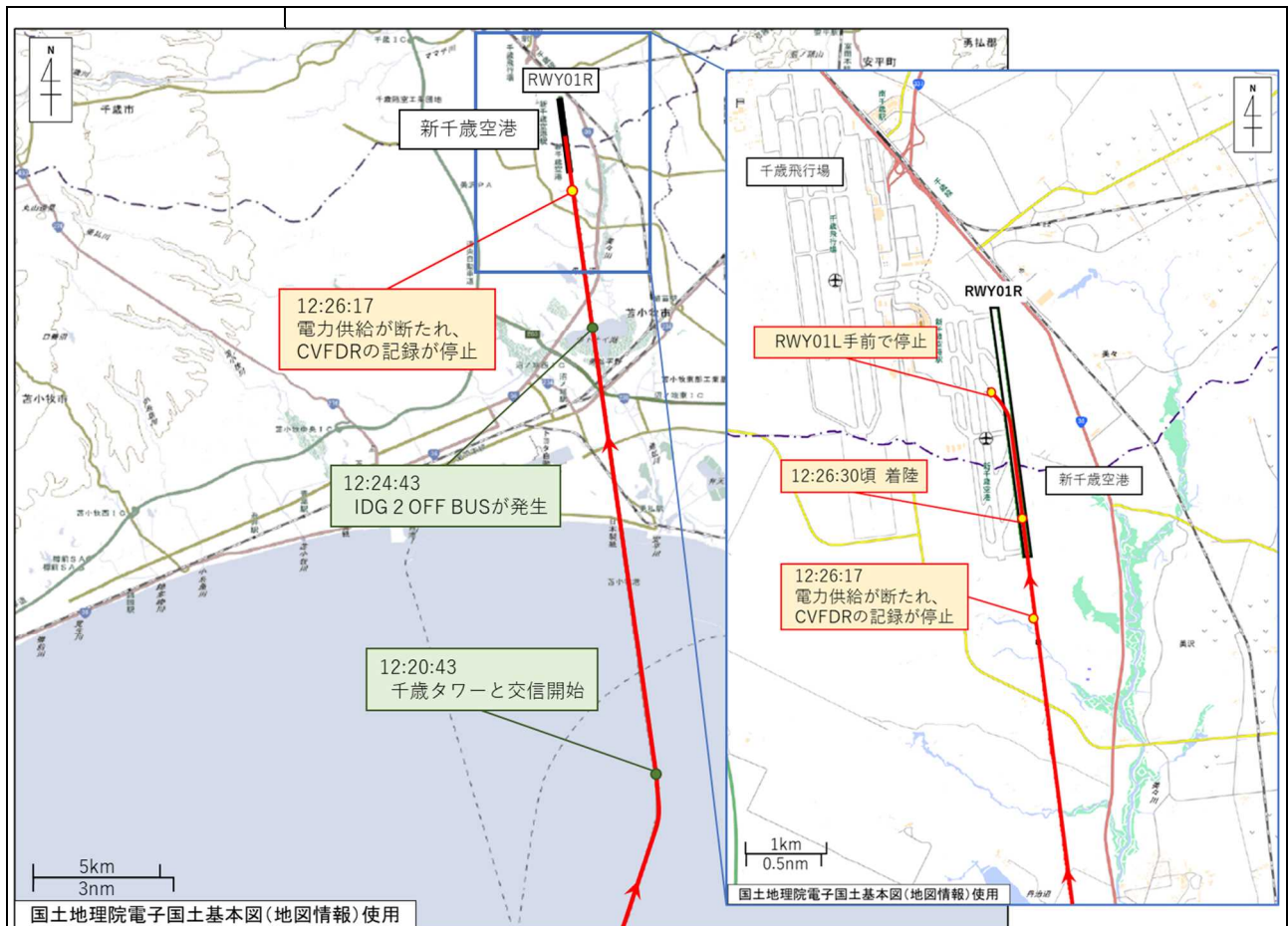


図1 推定飛行経路

その後、機長はAPU*7を始動させて電源を確保し、DU 5を除くDU 1から4は全て表示され、EICASには多くのメッセージが表示されているのを確認した。その中には、「IDG 2 OFF BUS」、「ELEC EMERGENCY」の他に「IDG 1 OFF BUS」も表示されていた。機長と副操縦士は、同機の操作手順が記載されたハンドブックに従い「ELEC EMERGENCY」と「IDG 1 (2) OFF BUS」のチェックリストを実施した。

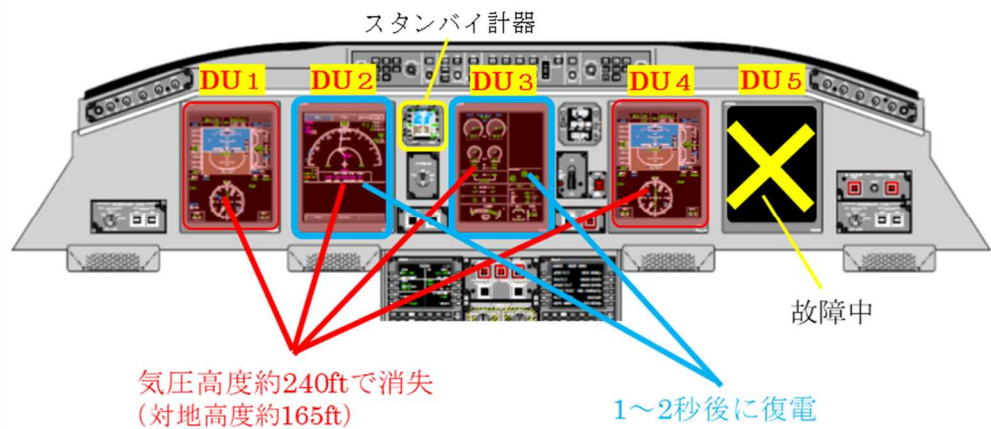


図2 DU (Display Unit) の配置 (表示については2.7(2)で後述)

*7 「APU」とは、Auxiliary Power Unitの略であり、航空機に空気圧・油圧・電力などを供給するために、推進用エンジンとは別に装備された補助動力装置のことをいう。

	<p>千歳タワーが同機へ01L滑走路の横断を指示しようとしていたところ、同27分57秒に、同機から機材トラブルによるトーイングカーの要請があり、千歳タワーは初めて同機の異常を認知した。</p> <p>同機は両エンジンを停止して、トーイングカーで駐機場へ移動し、同乗者を降機させた。</p> <p>本重大インシデントの発生場所は、同空港の南2.3km(北緯42度45分16秒、東経141度41分52秒)の上空、高度約240ftで、発生日時は、令和元年12月23日、12時26分17秒であった。</p>
2.2 負傷者	なし
2.3 損壊	なし
2.4 乗組員等	<p>(1) 機長 42歳</p> <p>定期運送用操縦士技能証明書(飛行機) 2010年5月13日</p> <p>限定事項 エンブラエル式ERJ-190型 2018年6月26日</p> <p>第1種航空身体検査証明書</p> <p>有効期限 2020年5月11日</p> <p>総飛行時間 7,935時間34分</p> <p>最近30日間の飛行時間 26時間20分</p> <p>同型式機による飛行時間 93時間36分</p> <p>最近30日間の飛行時間 22時間36分</p> <p>(2) 副操縦士 32歳</p> <p>事業用操縦士技能証明書(飛行機) 2015年5月25日</p> <p>限定事項 エンブラエル式ERJ-190型 2018年6月26日</p> <p>計器飛行証明 2015年3月6日</p> <p>第1種航空身体検査証明書</p> <p>有効期限 2020年11月6日</p> <p>総飛行時間 604時間32分</p> <p>最近30日間の飛行時間 15時間24分</p> <p>同型式機による飛行時間 73時間43分</p> <p>最近30日間の飛行時間 15時間24分</p>
2.5 航空機等	<p>(1) 航空機型式:エンブラエル式ERJ190-100ECJ型</p> <p>製造番号:19000453、 製造年月日:2012年8月1日</p> <p>耐空証明書 第AC4297号</p> <p>耐空類別 飛行機 輸送 T</p> <p>総飛行時間 1,029時間09分</p> <p>(2) 重大インシデント発生時、同機の重量及び重心位置はいずれも許容範囲内であった。</p>
2.6 気象	<p>本重大インシデント発生時間帯の同空港における航空気象定時観測気象報(METAR)は、次のとおりであった。</p> <p>12時00分 風向 340°、風速 8kt、卓越視程 10km以上、</p> <p>雲 雲量 1/8 雲形 積雲 雲底の高さ 3,000ft、</p> <p>雲量 5/8 雲形 不明 雲底の高さ 不明、</p> <p>気温 -5℃、露点温度 -8℃、</p> <p>高度計規正值(QNH) 29.97inHg</p> <p>12時30分 風向 340°、風速 7kt、卓越視程 10km以上、</p>

雲 雲量 1/8 雲形 積雲 雲底の高さ 3,000ft、
 雲量 7/8 雲形 不明 雲底の高さ 不明、
 気温 -4℃、露点温度 -7℃、
 高度計規正值 (QNH) 29.96 inHg

2.7 その他必要な事項

(1) 電源系統 (図3)

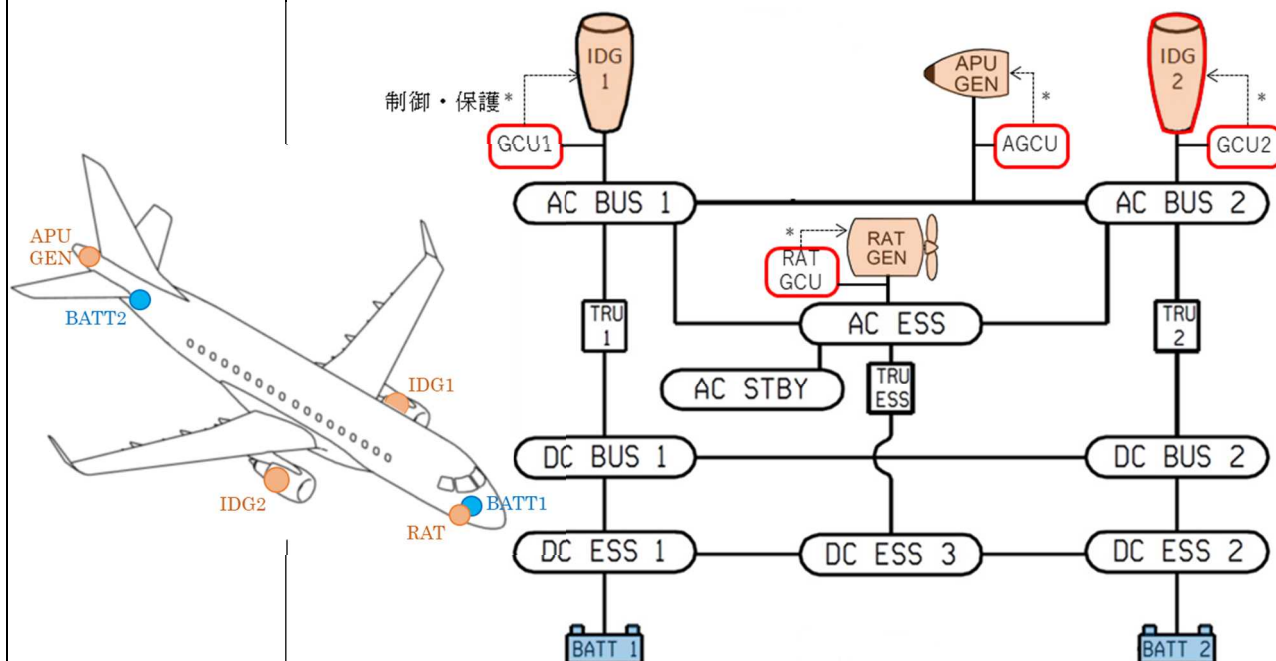
同型式機の電源系統はAC (交流) 電源とDC (直流) 電源から構成されている。

AC電源の発電機として、IDGが左右のエンジン・ギヤ・ボックスに各1個、APU GEN (Generator) がAPUに1個装備され、RATが機首右側に格納されている。通常作動時、2個のIDGは主電源としてAC BUSに電力を供給する。

DC電源は、IDG及びAPU GENからのAC電力をDCに変換してDC BUS及びDC ESS BUSに供給している。DC電源のバックアップとして、バッテリーが胴体の前部及び後部に各1個装備されており、電源喪失時、RATが完全に展開される前やRATからの電源供給が停止した場合にはDC ESS BUSに電力を供給し、飛行に必要な不可欠 (Essential) な装置 (スタンバイ計器、航空無線通信装置等) の運用を確保する。

RATは、飛行中にIDGによる給電が停止した場合、自動で機外に展開され、プロペラを気流により回転させることで発電された電力を、AC ESS BUSを経由してDC ESS BUSに供給する。

IDG、APU GEN及びRATは、それぞれ、GCU (Generator Control Unit)、AGCU (Auxiliary GCU) 及びRAT GCUにより、電圧・周波数を制御及び保護されている。



※赤枠の装備品は詳細調査を行った (2.7(5)参照)

図3 電源系統図

(2) DU (Display Unit)

同型式機のDUはDC電力で稼働する。

DUは、機体及びアビオニクス・システムの状況を表示する。通常運用時の各DU表示は以下のとおりである。

- ・ DU1・・・ PFD (プライマリ・フライト・ディスプレイ、主要な飛行計器類を表示)
- ・ DU2・・・ MFD (マルチ・ファンクション・ディスプレイ、航法に関する情報を表示)
- ・ DU3・・・ EICAS (エンジン計器、システムパラメーター及び警報メッセージを表示)
- ・ DU4・・・ MFD
- ・ DU5・・・ PFD

DU2及び3は、電源喪失時にもバッテリーからDC ESS BUSを経由して電力が供給される。オーバーヘッドパネルにあるDU故障時に表示を切り替えるための「MFD MODEスイッチ」が「AUTO」の場合、DU2はPFDとして、DU3はEICASとして機能する。

DU1、4及び5は、DC BUSから電力の供給を受けているため、電源喪失時には電力の供給が途絶える。

同機は、12月12日の通常点検時にDU5の故障が発見されたが、DU5単体の故障であることが確認され、MEL適用により修理が完了するまでの間、3日の飛行が可能となっていた。DU5が故障し、かつ「MFD MODEスイッチ」が「AUTO」の場合、DU4はPFDとして機能する(図2)。

本事案発生時、同機のスイッチは「AUTO」であった。

(3) 緊急及び異常時の不作動装置

同型式機の飛行機運用規程(AOM)には、緊急及び異常時の事象ごとに不作動となる装置が記載されている。

(一部抜粋)

(仮訳)

① DC BUS 2 OFF

- ・ オートブレーキ

② ELEC EMERGENCY

- ・ マルチ・ファンクション・スポイラーL3、R3、L4、R4、L5及びR5
- ・ オートスロットル
- ・ ノーズホイール・ステアリング
- ・ ディスプレイ・ユニット1、4及び5
- ・ エンジン1及びエンジン2 リバーサー
- ・ スピードブレーキ
- ・ グラウンド・スポイラーL1、R1、L2及びR2

(4) フライトレコーダー

同機には、飛行記録装置(以下「FDR」という。)及び操縦室用音声記録装置(CVR)の機能を持つ米国ユニバーサル・アビオニクス社製の一体型レコーダー(CVFDR)が機体の前方及び後方に1台ずつ装備されている。

同型式機のCVFDRはDC電力で稼働し、電源喪失時にもバッテリーからDC ESS BUSを経由して電力が供給される。また、FDRはエンジン1又は2が作動状態又は飛行中に記録されるよう設計されている。

同機の飛行記録については、本重大インシデント発生時までの記録が残されていたが、重大インシデント発生後に記録が停止し、同機の着陸後、機長によるAPU起動までの間の記録は残されていなかった。

同機の操縦室音声記録については、同乗者降機後、同乗整備士による故障探求が行われており、この間も音声録音が続いていたため、重大インシデント発生時の記録は上書きされていた。

(5) 取り下ろした装備品の詳細調査

同機は重大インシデント発生後、以下の装備品が取り下ろされ、同機の設計・製造者及び各装備品の設計・製造者による詳細調査が行われた。

装備品名	パーツナンバー
IDG 2	1701317A
GCU 1	1701321D
GCU 2	1701321D
AGCU	1701321D
RAT GCU	1700894A
GLC ^{*8} 2	900CA01
SPDA ^{*9} 2 (マイクロコム・ボード)	1713878A

詳細調査の結果、各装備品は正常に機能していることが確認されたが、GCU及びSPDA (マイクロコム・ボード) に記録された作動記録の解析により、次のことが判明した。

① GCU 2は、周波数超過を検出したことによりIDG 2をNo. 2電源系統から切り離したが、IDG 2の異常ではなくGCU 2内部の異常による誤検出であった。

② GCU 1は、電圧低下を検出したことによりIDG 1をNo. 1電源系統から切り離したが、IDG 1の異常ではなくGCU 1内部の異常による誤検出であった。

(6) 同種障害事例

① GCU

GCU内部の異常により、周波数超過または電圧低下を誤検出し、IDGを電源系統から切り離す同種事例は、同型のGCUにおいてすでに確認されており、それぞれ単独で発生していた。その対応として、同装備品の設計・製造者は技術通報（以下「SB」という。3.4(4)に後述）を発行している。SBの概要についてはそれぞれ次のとおりである。

a SB40EPS04G-24-5（2015年6月30日初版）

周波数を監視するための回路において、回路の基準点が瞬間的に異なる値に変動する可能性があるため、この回路を他の回路から分離する。

*8 「GLC」とは、Generator Line Contactorの略で、IDGとAC BUS間に配置され、電力回路を開閉する。

*9 「SPDA」とは、Secondary Power Distribution Assemblyの略で、DC電力をユーティリティ・システムへ配電し、モニターする装置である。

	<p>この改修は、該当GCUが機体から取り下ろされ最初に整備工場へ搬入された時に実施することが求められている。</p> <p>この改修後、パーツナンバーは1701321Eとなる。</p> <p>b SB40EPS04G-24-6 (2018年9月17日初版)</p> <p>特定の条件で、電磁的干渉によりGCU内で使用している電源の電圧低下が発生する可能性があるため、電源回路にシールドを取り付け、電磁的干渉を防止する。</p> <p>この改修は、該当GCUが機体から取り下ろされ最初に整備工場へ搬入された時に実施することが求められている。</p> <p>この改修後、パーツナンバーは1701321Fとなる。</p> <p>同機に装備されていたGCUは、本重大インシデント発生まで取り下ろされることがなかったため、これらのSBによる改修は実施されていなかった。また、同型式機的设计・製造者から運航者に周知するため、これらのSBに関するサービスニュースレターが発行されていたが、エンブラエル式ERJ190系列型及びERJ195系列型のうち旅客用(E-Jets)の航空機を対象としており、ERJ190-100ECJ型機は対象外であったため、運航者は本事案発生まで、上記のSBについて認知していなかった。</p> <p>上記の不具合が発生した場合は、「IDG1(2)OFF BUS」のチェックリストを実施することでGCUがリセットされ、IDGからの電力供給が再開される。</p> <p>② フライトレコーダー</p> <p>同機的设计・製造者が発行しているSBに、CVFDRハーネスの変更に関するものがある。このSBは、エンブラエル式ERJ190系列型及びERJ195系列型のうち旅客用(E-Jets)の航空機を対象としており、ERJ190-100ECJ型機は対象外であった。</p> <p>SBの内容は、ユニバーサル・アビオニクス社製CVFDRに使用されるFDR512wps*10のデータ通信に関するもので、このデータ通信に使用されている通信チャンネルが、バッテリーから電力供給されているDC ESS BUSに接続されていないことが確認されたため、接続の変更を指示するものである。初版の発行は2017年12月1日であり、実施は運航者の裁量に委ねられていた。</p> <p>本重大インシデント発生を受け、同機的设计・製造者が調査したところ、同機を含むERJ190-100ECJ型機においても、この通信チャンネルがDC ESS BUSに接続されていないことが確認された。</p>
--	---

3 分析

3.1 気象の関与	なし
3.2 操縦者の関与	なし
3.3 機材の関与	あり
3.4 判明した事項の解析	<p>(1) 主電源の喪失</p> <p>同機は、同空港への最終進入中、IDG2がNo. 2電源系統から切り離された。同機はそのまま飛行を継続し、その1分34秒後、IDG1もNo. 1</p>

*10 「wps」とは、words per secondの略で、FDRへの単位時間あたりのデータ転送量を示す単位である。1 wordは12ビットからなる。

電源系統から切り離され、2系統ある同機の主電源が2系統とも喪失したものと認められる。これにより、一時的に全てのDU表示が消失し、また、着陸滑走時にリバーススラスト、オートブレーキ、ステアリング及びスポイラーが作動しなかったものと推定される。同機は電源喪失前に着陸の準備ができており、同空港の滑走路が乾燥していたこと及び高速離脱誘導路が整備されていたことから、ブレーキ操作により滑走路上で十分に減速し、誘導路へ離脱後に停止できたものと考えられる。このことについては、機長が電源喪失状態での着陸訓練を過去に実施していたことも関与したものと考えられる。

IDG 1及び2が各電源系統から切り離されたことについては、IDGを制御するGCUの内部で発生した異常により、周波数超過及び電圧低下を誤検出したことによるものと考えられる。これらの誤検出が発生したことについては、同機が、誤検出が発生する可能性のある未改修のGCUを使用していたことによるものと考えられる。

GCU 1で発生した電圧低下の誤検出について、SBではエンジンスタート時や特定の負荷条件の際に発生する可能性があるとされている。しかし、装備品の詳細調査の結果、着陸進入時に、片方のIDGが切り離され全負荷を2系統から1系統で担うこととなり負荷が増加したことと、SBに記載のある誤検出の可能性のある特定の負荷条件との関連は確認できなかった。そのため、二つの誤検出が短時間に続いて発生したことについて、二つの誤検出の不具合の間に関連があったかどうかを特定することはできなかった。

(2) 非常用電源

同機の主電源が喪失した際、非常用AC発電機であるRATは自動で展開したものと認められる。

非常用DC電源であるバッテリーについては、主電源喪失後からAPUの起動までの間、スタンバイ計器の表示があり、DU 2及び3はすぐに復電したこと並びに航空無線通信に異常がなかったことから、正常に電力を供給していたものと推定される。

(3) 主電源喪失時の飛行記録

本重大インシデント発生時、飛行データは記録される条件下であったが、同機のCVFDRの飛行記録は本重大インシデント発生直後に停止していたものと認められる。

CVFDRの飛行記録が停止したことについては、すでにSBが発出されている同種障害事例と同様に、同機のCVFDRのデータ通信に使用する通信チャンネルへの電源が断たれ、データ通信ができなくなったためと認められる。通信チャンネルへの電源が断たれたことについては、通信チャンネルがバッテリーから電力供給されるBUSに接続されていなかったことによるものと認められる。

(4) 技術通報 (SB)

SBとは、運航中の航空機に対し、改善、検査、修理及び改造を指示または推奨する通報で、航空機、発動機及び装備品等の設計・製造者が発行するものであり、本件SBによる改修の実施については運航者の裁量に委ねられている。

設計・製造者は、SB等を発行する際には、その適用範囲を注意深く検討し決定することが重要である。また、運航者は、常に保有機に関するSBを入手

	し、SBを未実施とする場合のリスクを注意深く評価したうえ、SBの採否を判断することが重要である。
--	--

4 原因

本重大インシデントは、同機が同空港への最終進入中、IDG2がGCU2の周波数異常の誤検出により電源系統から切り離され、その後、IDG1もGCU1の電圧低下の誤検出により電源系統から切り離されたことにより、2系統ある同機の主電源が2系統とも喪失したものと推定される。

両IDGが周波数及び電圧の誤検出で切り離されたことについては、これらの異常を誤検出する不具合を修正するための二つのSBで示されたGCUの改修が、いずれも未実施であったことが関与したものと考えられる。

5 再発防止策

同機的设计・製造者は、再発防止策として以下の対応を実施した。

- (1) GCUの改修を推奨するSBについて、サービスニュースレターを発行し、運航者に対し周知を行った。
- (2) CVFDRの飛行記録が停止したことについて、同機を対象に含めて、CVFDRのデータ通信回路の接続の変更を指示するSBを2020年7月23日に発行した。
- (3) 2020年9月、エンブラエル機運航者に対し実施している安全会議において、本事案について紹介した。