

東京国際空港電源障害の
原因調査結果及び再発防止策について

報告書

平成17年10月26日

国土交通省航空局

平成17年8月2日に東京国際空港において発生した電源障害について、学識経験者のアドバイスを受けつつ原因の調査と再発防止策の検討を進めてきたところであるが、原因調査結果とこれを踏まえた今後講じるべき対策は次のとおりである。

1. 電源障害の概要

11時33分東京国際空港の電源設備に障害が発生したことにより、レーダー施設等の航空管制施設がダウンし、管制機能が麻痺。

これによる航空機の遅延、欠航等により、約500便の定期便、約10万人の航空旅客に影響を及ぼした。

(1) 事実の経過

- 10:00 電源設備監視装置系の分電盤改修作業の開始
- 10:07 無停電電源装置(CVCF)監視用分電盤改修作業の開始→CVCF用インタフェース装置の停止(CVCF監視機能が停止)
- 10:46
 - ・CVCF監視用分電盤改修作業の終了→CVCF用インタフェース装置の復旧(CVCF監視機能が復旧)
 - ・CVCF(I系、II系とも)への商用電源断(入力側電源切換装置の2系統の遮断器(ブレーカ)が双方とも「切」となりCVCFへの電源供給が停止)により直流運転開始
(別紙1参照)
- 11:33 CVCF経由管制施設用電源ダウン(蓄電池電圧低下によりCVCF装置停止)
- 11:59 バイパス回路に切換(商用電源直送による送電)
- 12:02~12:23 対空通信、VOR/DME等無線施設及びARTS(ターミナルレーダー情報処理システム)復旧
- 12:24 羽田への入域開始(到着機)
- 12:34 羽田から出域開始(出発機)(出発・到着とも制限運用)
- 12:43 到着機の空中待機解消
- 14:10 出発機の制限解除、到着機は概ね通常運用に戻る
- 15:37 各空港の運用時間延長対応指示
- ~23:26 22空港で運用時間延長(最小12分~最大1時間56分)を実施
- 22:15 CVCF装置の点検終了
- 01:01 CVCF装置運転への切替作業開始
- 02:45 CVCF装置運転への切替作業完了(正常運用)

(2) 定期便運航への影響(8月2日合計)

遅延便	出発	185便	旅客数	37,288人
	到着	244便	旅客数	51,675人
	合計	429便	旅客数	88,963人
欠航便		49便	旅客数	7,169人
ダイバート便		19便	旅客数	3,011人

2. 調査結果

調査の結果、判明した原因は、次のとおりである。

(別紙2参照)

(1) 無停電電源装置(CVCF)入力側電源切換装置の2系統の遮断器(ブレーカ)が双方とも「切」となり、CVCFへの電源供給が停止した原因

- ① 障害発生当時のシステムの状態、機器設置場所の状況、ネットワーク構成等から、人の操作、サイバーテロ、電源系統の故障等あらゆる要因について調査した結果、CVCF入力側電源切換装置の2系統のブレーカの「切」は、電源設備監視装置の分電盤改修作業においてCVCF用信号中継装置(インタフェース装置)の電源を再投入させた時刻とほぼ同時に発生していることから、この電源再投入に伴ってインタフェース装置から電源切換装置に至るまでの経路の中で障害が発生した可能性が高いことが分かった。

(別紙3参照)

- ② 電源切換装置の障害について詳細に検討した結果、同装置の2系統のブレーカが「切」となったのは、2系統のブレーカに対し同時に誤った「切換」信号が入力された可能性が高い。

(別紙4参照)

・電源切換装置は、手動操作による以外には2系統ともブレーカが「切」になる状態を生じさせないという考え方にに基づき、フェールセーフ設計がなされていた。しかし、本調査の中で、電源切換装置に対して「切換」信号が2系統同時に入力されるという通常は起こり得ない事象が発生した場合には、2系統ともブレーカが「切」となることが判明した。

- ③ 電源切換装置に対して同時に誤った「切換」信号がCVCF用インタフェース装置から入力されることを想定して、考えられる要因を全てリストアップして模擬装置による試験及び実機による再現試験等を実施したが、誤った「切換」信号は発生せず、事象は再現できなかった。

しかし、インタフェース装置の仕組みを調べた結果、「I/Oクリア」信号(立ち上げ時の不要信号をリセットする信号)【別添資料】が機能しないことによる誤った「切換」信号の発生は、回路素子の劣化やコネクタ接続部への異物の混入等があった場合には起こり得ることが判った。このことから、障害発生時には回路素子又はコネクタ接続部のいずれかが異常状態になっていたものと推定されるが、再現試験時にはその状態が正常範囲内に復帰していた可能性が高い。

- i) CVCF用インタフェース装置の電源復旧に伴うインタフェース装置の立ち上げ動作時に「I/Oクリア」信号が機能しない場合には、誤った「切換」信号が生成され、今回の2系統のブレーカが「切」となる事象が発生することが模擬装

置による試験により確認された。しかし、上記の再現試験等の結果によれば、当該インタフェース装置の「I/Oクリア」信号は正常動作をしていた。

ii) 試験及び現地調査の結果、外部ノイズの影響、電線路の影響等はないことが確認された。

④ 以上のとおり、誤信号の発生を再現できてはいないものの、2系統ともブレーカの「切」が発生した原因は、電源切換装置の外部から同時に誤った「切換」信号が入力されたとしか考えられず、CVCF用インタフェース装置の障害による可能性が高いことが分かった。

なお、誤信号発生原因として可能性が高いCVCF用インタフェース装置内の異常を確認するため、目視等による外観検査では判断できない回路素子等の劣化の有無の調査を実施したが、異常は発見できなかった。

(2) CVCFの稼動状況（バッテリー送電に切り替わったこと）を適切に監視できなかった要因

① 10時からの電源設備監視装置の分電盤改修作業により、CVCFを含む電源設備の遠隔監視ができなくなったが、他の方法により適切な機器の監視を行っていなかった。

・CVCFを含む重要電源設備（受配電施設及びCVCF装置等からなる無瞬断電源を供給するための電源設備をいう。以下同じ。）は24時間監視体制をとっているが、機器の信頼性が高いとの認識から、遠隔監視が行えない場合でも短時間であれば機器の直接監視は要しないと判断していた。なお、マニュアル類には機器の遠隔監視が行えない場合の代替監視方法を規定していなかった。

② 10時46分に分電盤改修作業の一部が終了しCVCF用インタフェース装置の電源が復旧したが、復旧の連絡がなかったことから、CVCF遠隔監視が正常に戻ったことを監視員が認識できなかった。

・関係者と事前調整の上、分電盤改修作業全体が終了した後に連絡する業務体制をとっていた。このため、作業手順書にはCVCF用インタフェース装置の復旧等の一部作業終了時の連絡を明記していなかった。

(3) 電源供給停止後、速やかに電源復旧が行えなかった要因

電源供給停止後の障害復旧に時間を要し、速やかな電源回復が行えなかった。

11時33分にCVCFが停止し管制情報処理システム、対空通信施設等への電源供給ができなくなり、バイパス回路に切換えて送電を開始した11時59分までの26分間にわたって管制施設への電源供給が停止した状態となった。このため、管制機

器等が使用不能となり航空機の運航遅延等が生じた。電源復旧までに26分間を要したのは、次の要因による。

- ① 11時33分にCVCFからの電源供給停止により中央監視室の電源システム監視機能も全て停止し、電力系統の状態把握が不可能となったため、電源設備のどこで障害が発生したのか、障害部位の特定ができなくなった。
- ② 上記①により電源障害発生状況の把握に数分間を要したものの、CVCF室の機器に異常が発生していることが想定されたため、CVCF装置の状況確認、障害箇所の特定及び安全確認などを実施し、電源供給を回復させるためにCVCF入力側電源切換装置のブレーカを手動で投入、バイパス回路への切換操作を行い、結果として電源供給が回復した時刻は11時59分であった。

(4) 電源設備監視装置の分電盤改修作業を昼間時間帯に実施した要因

この電源障害は電源監視装置の分電盤改修作業において、CVCF用インタフェース装置の電源を再投入させた時刻とほぼ同時に電源切換装置のブレーカが「切」となる通常では起こりえない事象が発生し、その結果CVCFからの電源停止に至ったものであり、分電盤改修作業の復旧をきっかけとして誤った「切換」信号が発生した可能性が高いことから、同作業を昼間時間帯に実施していなければ、電源停止により多くの航空機の運航遅延等に至った事態は避けられたものと考えられる。

作業を昼間時間帯に実施した理由は、監視機能の停止を伴うこととなる工事及び保守作業についても、電源供給システムが二重化されており、十分なバックアップ体制が取られていると考えていたためであり、過去においても昼間に実施していた。

3. 再発防止策

再発防止策については、東京国際空港においてCVCFの直接監視を行うとともに、全国の関係官署において重要電源設備の工事等を行う際の連絡体制、実施時間帯の見直しを図ったところであるが、上記の調査結果を踏まえ、次の対策を講じる。

(別紙2参照)

(1) 機器の改修

東京国際空港については、平成17年度内に次の対策を講じる。(①については、平成17年10月中に措置する。)

その他の重要電源設備が設置されている空港、航空交通管制部及び航空衛星センターにおいては、③、④、⑤の項目について重要電源設備の機能向上を図ることとし、平成17年度中に調査設計を実施し順次整備を行う。

(別紙5参照)

- ① C V C Fに異常が発生した場合に異常を監視員に即座に認知させるため、有線回線で異常信号を受けて点灯する「警告灯」を監視室及びC V C F室に設置する。
- ② 誤信号が入力されたとしても、C V C F入力側電源切換装置を常時どちらか一方が「入」となる切換装置に改修する。
- ③ 管制機器等の重要な負荷へのバックアップ回路を追加すると共に、電源の自動切換機能を設ける。
- ④ 監視装置等に対して、電力供給のバックアップ回路を設ける。なお、その中の重要機器で必要なものには小型の無停電電源を設置する。
- ⑤ 電源系統の状態を迅速かつ一元的に把握できるように監視機能を向上させる。
 - i) 障害が発生した場合には監視員が電源系統の中でC V C Fを含めどこに障害が発生しているのかが一見してわかるようにするために、監視表示盤及び監視画面を改良するとともに、障害の重要度を考慮した警報機能を設ける。
 - ii) 障害の発見、原因究明、障害予防、再発防止等に活用できるようにするため、電源設備の更新にあたっては、最新の自己診断機能を導入するなど、監視項目及び監視内容の充実を図る。

(2) 業務体制の改善

- ① 監視に関するマニュアルの見直し（処置済み）

受配電施設及びC V C F等の機器に関する監視業務の明確化を図るために、監視に関するマニュアルに「原則として直接（常駐監視若しくは巡回監視）又は遠隔監視装置によりこれら機器の作動状況を監視すること」を明記することとする。これにより、全国の関係官署における電源設備の監視の徹底を図る。
- ② 工事及び保守に関する連絡体制、実施時期等の見直し（処置済み）

重要電源設備に関する工事及び保守を行う際には、航空機の運航に影響を及ぼす事態を生じることがないように、関連機器の監視方法、関係者との連絡体制、実施時期及び時間帯を見直す。
- ③ 安全管理体制の強化（平成17年度内に実施）
 - i) 電源設備の管理に関する連携体制の強化

電源設備の管理に関する連携強化を図るため、電気課長、施設課長等をリーダーとし、予備発電装置、受配電施設、C V C F、切換器等の電源系統を構成する各機器の管理担当者（又はその代務者）で構成される「電源設備の管理チーム（仮称）」を設置する。

これにより、電源設備に係る日常業務の連絡調整の緊密化、情報の共有化、

障害発生時対応の円滑化等を図る。

また、管理チームは次の試験・点検等を実施する。

- a) 予備発電装置を含む電源設備の実負荷試験及び擬似負荷試験
 - ・試験の内容・方法、試験実施状況、試験結果等の共有・相互確認を行う。
- b) 機器の重要な精密点検及び定期点検
 - ・点検の内容・方法、試験実施状況、点検結果等の共有・相互確認を行う。
- c) 電源設備運転状況の一体的監視
 - ・可能な限り複数の電源設備監視装置を1か所にまとめて設置し、一体的に監視するものとする。

ii) 電気設備審査体制の明確化

電源系統全体の保安を確保する観点から、電気設備（電源設備及び電気使用設備の総称。以下同じ。）を設置し又は変更する場合には電気工作物保安規程に基づき電気課長等（各官署に選任されている電気主任技術者又はその代務者をいう。以下同じ。）が審査を行うものとし、審査手続きを明確化する。

iii) 電気設備の管理に関する内部安全監査の導入

電気設備の運用・保守等の実施状況について総合的なチェックを行うため、管理職を監査者とする内部安全監査を原則として年2回繁忙期の前に実施する。

iv) 電気設備の保安に関する調整会議の開催

電気設備について、電力使用状況及び工事計画の把握並びに緊急時の対処方法の検討等を行うため、電気課長等は電気保安担当者（各電源設備及び電気使用設備の管理責任者）を構成員とする「電気設備の保安に関する調整会議（仮称）」を年1回以上開催する。

④ 研修・訓練の充実（平成17年度内に実施）

i) 電源設備に係る研修の強化

航空の安全を確保するうえでの電源設備の重要性への認識を深め、業務の的確な遂行を図るため、電源設備の監視方法、障害発生時の対応等に関する研修を強化する。

ii) クロストレーニングの充実

電源設備の管理チームは、電源設備担当者同士の相互理解を深めるため、定期的に電源設備に関するクロストレーニングを実施する。

iii) 訓練の強化

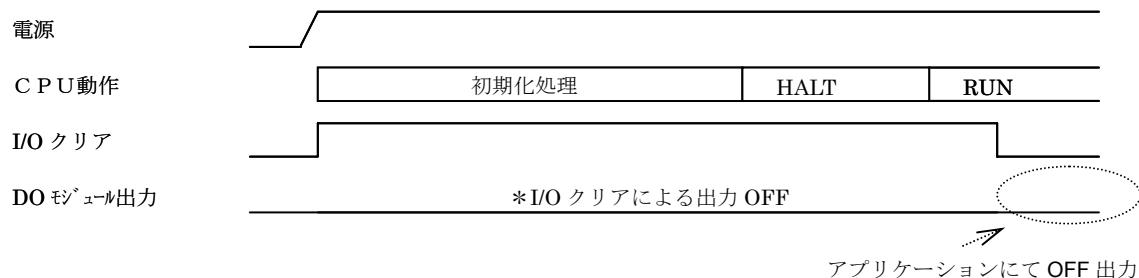
電源設備の管理チームは、電源設備の工事、維持及び運用に従事する職員に対して、電源設備の停電作業等の機会を利用して、障害発生時の対応及び電源機器、安全器具の取扱について定期的に実地訓練を行う。

「I/Oクリア」信号概要説明書

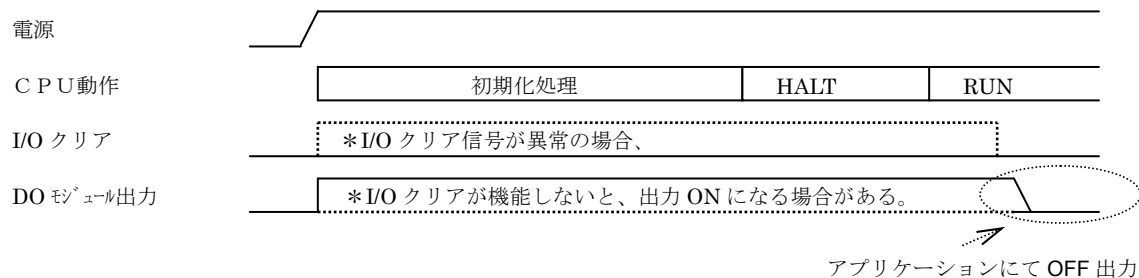
■インタフェース装置の電源を投入した際、メモリチェック等初期化処理が開始され、その間はシステムが不安定な状態となり、電子回路内に不要な信号が生成される。

I/Oクリア信号とは、システムの初期化処理が終了し、運用が安定するまで、入力部（インプット）及び出力部（アウトプット）より、不要な信号の出力を抑えるための打消し（クリアする）信号をいう。

○正常時、インタフェース装置立ち上げ動作



●I/Oクリア信号異常時、インタフェース装置立ち上げ動作



I/Oクリア信号説明図

(1) I/Oクリア信号正常時

- ・電源投入
- ・DOモジュール出力 内部電源が確立するまでの時間出力が定まらない（0または1）
- ・I/Oクリア信号は電源投入時すぐに立ち上がる。
- ・CPUは、初期化処理を行う。
- ・キースイッチを「HALT」→「RUN」にする事によりI/Oクリア信号はなくなる。

(2) I/Oクリア信号異常時

- ・電源投入
- ・DOモジュール出力 内部電源が確立するまでの時間出力が定まらない（0または1）
- ・I/Oクリア信号は電源投入時すぐに立ち上がる。
- ・I/Oクリア信号が何らかの要因で伝わらないと、DOモジュール出力がONになる場合がある。
- ・CPUは、初期化処理を行う。
- ・キースイッチを「HALT」→「RUN」にする事によりI/Oクリア信号はなくなる。
- ・DO出力は「RUN」にすることにより下がる。