

【米国】

ボーイング 737 MAX に対する耐空性改善命令の案の公表と運航再開に向けた動きについて

藤巻 吉博 ワシントン国際問題研究所主任研究員

1. ボーイング737 MAXの墜落事故への対応に関する連邦航空局（FAA）の最近の動き

2018年及び2019年に発生したボーイング737 MAX シリーズの航空事故の概要と、その事故を踏まえたFAAの対応については、2020年5月時点の情報として既に報告¹⁾したところであるが、その後のFAAの動きは以下のとおりである。

まず、6月29日～7月1日の3日間にわたり、FAAはボーイング社とともに、事故の要因となった操縦システムに対して改修を行った試験機を使用して、飛行試験を実施した。この飛行試験の完了後、FAAは運航再開までに必要な残りのタスクとして、①飛行試験で取得されたデータの評価、②パイロットの追加訓練の要件について、FAAの運航基準委員会（FSB）による審査並びにカナダ、欧州及びブラジルの専門家を含む合同運航評価委員会（JOEB）による審査、③FSBによる報告書のパブリックコメントを経た上での発行、④設計変更が全ての基準に適合することを示すボーイング社の最終的な技術文書パッケージに対するFAAの審査と、米空軍及びNASAの専門家を含む技術アドバイザリー委員会（TAB）による追加審査並びに報告書の発行、⑤設計変更等を義務付ける耐空性改善命令（AD）の発行、⑥2019年3月13日付けで運航禁止を義務付けた緊急指令の解除、を列挙するとともに、航空機が証明基準を満足することをFAAとして確信した場合にのみ緊急指令を解除することを強調した。

上記の⑤（設計変更等を義務付けるADの発行）については、そのADの案が、8月3日にFAAのウェブサイトで先行公開され、8月6日にFederal Registerで正式に公表された¹⁾。本ADの案に対するパブリックコメントの期間は45日間とされているため、9月21日にパブリックコメントが締め切られ、その後FAAにおいてコメント内容を踏まえた最終的な検討が

行われる予定である。次節では、ADの案と同時に公表されたFAAによる審査内容の暫定サマリー²⁾を踏まえつつ、公表されたADの案の内容を説明する。

2. ボーイング 737 MAX に対する AD の案の内容

公表されたADの案では、2件の事故の原因について、片側のAngle of Attack（AOA）センサーからの誤った高迎角情報の入力を操縦システムが受け、運動特性補正システム（Maneuvering Characteristics Augmentation System: MCAS）が機体を頭下げとする水平安定板の操作を繰り返したことにより、操縦士が機体を操縦することが困難となり、最終的に墜落に至った不具合であるとされている。

この不具合に対応するため、AD案においてFAAは4つの設計変更を提案している。すなわち、①操縦システムコンピュータのソフトウェアのアップデート、②操縦室における表示システムコンピュータのソフトウェアのアップデート、③飛行規程における操縦士の操作手順の変更、④水平安定板の操作に係る配線の経路の変更である。

これらの4つの設計変更に加えて、FAAは、個別の機体を就航再開する前に、⑤AOAセンサーのシステムの作動確認と⑥運航に向けた準備飛行を運航者が実施することを併せて提案している。

さらに、⑦航空機のシステムの一部が不作動の場合でも出発を可能とするための条件を記載しているMinimum Equipment Listについて、より厳しい条件を盛り込むことを提案している。

FAAは、これらの設計変更等について、40名以上の技術職員により約60,000時間以上の審査を行うとともに、4,000時間以上のボーイング社の飛行試験の解析と、FAA自身によ

る約 50 時間の飛行試験（シミュレータによる試験を含む）を行い、安全上の問題に効果的に対応可能であると暫定的に結論付けている。次項以降では、それぞれの設計変更等の詳細、及び設計変更等により意図される不具合の改善内容について述べることにする。

2.1 操縦システムコンピュータのソフトウェアのアップデート

操縦システムコンピュータのソフトウェアのアップデートは、片側の AOA センサーからの誤った情報が MCAS を誤作動させることを防ぐことを目的としている。

具体的には、従来のソフトウェアにおいて片側の AOA センサーのみからの入力に依存して MCAS を作動させていたことに対し、アップデートされたソフトウェアでは両側の AOA センサーからの入力により MCAS を作動させるように変更された。

また、アップデートされたソフトウェアでは、両側の AOA センサーからの入力を比較し、AOA センサーの故障を検知するようになった。AOA センサーからの入力に一定以上の差異が生じた場合には、その後の MCAS の機能が不作動となるとともに、不作動となったことを操縦室に表示するための信号を提供する。

さらに、MCAS が水平安定板の操作を繰り返し行うことを防止するため、AOA センサーによる 1 回の高迎角情報の入力あたり、MCAS は 1 回のみ作動するように変更された。つまり、その後に機体が低迎角の状態に戻った後に限り、MCAS が再び作動することが可能となる。

これらに加え、従来のソフトウェアでは MCAS による水平安定板の操作に制限がなかったことに対し、アップデートされたソフトウェアでは、MCAS による操作後の水平安定板の位置においても操縦桿を使用した操縦士の操作能力が保たれるよう、MCAS による水平安定板の操作に制限が加えられた。

2.2 操縦室における表示システムコンピュータのソフトウェアのアップデート

操縦室における表示システムコンピュータのソフトウェアのアップデートは、両側の AOA センサーからの入力に一定以上の差異が生じた場合に、AOA センサーの故障の可能性を操縦士に警告することを目的としている。

過去に製造された一部の機体においては当該警告の機能が実装されていなかったが、アップデートされたソフトウェアではすべての機体に対して当該警告の機能が実装される。警報機能の欠如そのものは不安全状態ではないが、AD 案により

義務付けられる操縦士の操作手順がこの警告機能に依存することとなるため、ソフトウェアのアップデートを必須とすることが提案されている。

2.3 飛行規程における操縦士の操作手順の変更

飛行規程における操縦士の操作手順の変更は、水平安定板の不適切な作動及び AOA センサーの故障の可能性による影響に対し、操縦士が認識し対応する能力を促進することを目的としている。

1 点目として、速度計の信頼性が疑われる場合において操縦士のワークロードを軽減するため、信頼可能な速度計を参照テーブルを使用することなく決定するための手順の追加、自動化をより利用するための着陸復行時の手順の改善、誤った高度情報を管制機関に伝達しないための手順の追加、及び誤った AOA センサーからの入力を速度計の信頼性に係る原因の可能性として追加という変更が行われている。

2 点目として、水平安定板の暴走に係るチェックリストについて、チェックリストを使用する基準を見直し、操作せずに水平安定板が継続的に作動した場合や、飛行状態にそぐわない作動をした場合が盛り込まれた。水平安定板のマニュアル操作によるトリムのためのガイダンスについては、水平安定板のトリム不作動に係るチェックリストとともに盛り込まれている。

3 点目として、2.1 項の操縦システムコンピュータの設計変更により、両側の AOA センサーからの入力の差異によって MCAS の機能が不作動となることに対応するため、水平安定板によるトリム故障時に操縦士が飛行を継続するためのチェックリストが追加された。

4 点目として、オートパイロットが水平安定板によるトリムを適切に設定できない場合のチェックリストが追加される。既存の設計において、オートパイロットが水平安定板によるトリムを適切に設定できないことを操縦士に伝える警告灯があるが、チェックリストはさらなる追加の情報を操縦士に提供する。

5 点目として、両方の AOA センサーからの入力の差異による警告灯が表示された場合のチェックリストが追加され、その際には 1 点目の速度計の信頼性が疑われる場合のチェックリストを実施することとされている。

6 点目として、左右の高度計の差異による警告灯が表示された場合のチェックリストが追加され、左右の速度計の差異の警告灯が同時に表示されたかを確認するとともに、その後の降下及び着陸を完遂するための追加の手順が提供されている。

最後に7点目として、左右の速度計の差異の警告灯が表示された場合のチェックリストが追加され、その際には1点目の速度計の信頼性が疑われる場合のチェックリストを実施することとされている。

2.4 水平安定板の操作に係る配線の経路の変更

水平安定板の操作に係る配線の経路の変更は、FAAの審査の過程において基準に不適合であることが発見された、一部の配線の経路を修正することを目的としている。

具体的には、水平安定板のトリム・アームの配線と、トリム・コントロールの配線の間、基準で要求される物理的な間隔を設けるよう、修正するものである。

2.5 AOAセンサーのシステムの作動確認

各航空機の2つのAOAセンサーが適切に作動することを担保するため、FAAは運航会社に対し、個別の機体を就航再開する前に、AOAセンサーのシステムの作動確認を実施することを提案している。

2.6 運航に向けた準備飛行

航空機の運航が長期間にわたり制限されていたこと、及び操縦システムの重要性に鑑み、個別の機体を就航再開する前に、設計変更後の準備飛行を義務付けることを提案している。

2.7 Minimum Equipment Listの厳格化

航空機のシステムの一部が不作動の場合でも出発を可能とするための条件を記載しているMinimum Equipment Listについて、従来は片方の操縦システムが正常であれば出発が可能であったことに対し、両方の操縦システムコンピュータが正常である場合に限りて出発を可能とするなどの厳格化を求めている。

3. 運航再開に向けた動きと今後の流れ

FAAが7月初めに飛行試験を完了したことに続き、9月11日には欧州の航空安全当局であるEuropean Aviation Safety Agency (EASA)も飛行試験を完了したことをウェブサイトで公表³⁾しており、運航再開に向けた具体的な動きが進められている。

一方、1.に記載した運航再開までに必要な残りのタスクのうち、③のFSBによる報告書については、9月中旬時点において未だパブリックコメントが開始されていない。当該報告書のパブリックコメント及び提出されたコメントの検討には少なくとも1か月程度を要すると考えられるため、運航再開は早くとも10月後半以降になると思われる。

さらに、9月15日に米国下院の運輸インフラ委員会が公表した報告書⁴⁾では、ボーイング社内でのスケジュールへのプレッシャーやFAAによる監督が不十分であったことに対して厳しい指摘がなされており、このことも運航再開の時期に影響する可能性がある。

参考文献

- 1) FAA, 2019-NM-035-AD The Boeing Company Model 737-8 and 737-9 (737 MAX) airplanes
<https://www.federalregister.gov/documents/2020/08/06/2020-17221/airworthiness-directives-the-boeing-company-airplanes>
- 2) FAA, Preliminary Summary of the FAA's Review of the Boeing 737 MAX
<https://www.faa.gov/news/media/attachments/737-MAX-RTS-Preliminary-Summary-v-1.pdf>
- 3) EASA, EASA completes its Boeing 737 MAX test flights
<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/news/easa-completes-its-boeing-737-max-test-flights>
- 4) The House Committee on Transportation & Infrastructure, FINAL COMMITTEE REPORT THE DESIGN, DEVELOPMENT & CERTIFICATION OF THE BOEING 737 MAX
<https://transportation.house.gov/imo/media/doc/2020.09.15%20FINAL%20737%20MAX%20Report%20for%20Public%20Release.pdf>