

グラスコックピット化に伴う計器の進化について

Evolution of instruments with the shift to glass cockpits

木下 眞 弘*1

KINOSHITA Masahiro

要約 近年、自動車の運転席のメーターも液晶画面を用いたデジタル化が進み、以前と大きく変化してきているが、航空機の操縦席の計器類も機械式アナログ計器から、グラスコックピット (*2) と呼ばれる様々な情報を統合して表示できる液晶パネルの計器が主流となってきた。昨今のエアラインのほとんどの航空機はグラスコックピット化されたコックピットとなり、機械式アナログコックピットの機体での実習訓練では学んだものを就職後の企業で活用できる部分は少なくなり、即戦力となる人財の育成にはグラスコックピットの機体を使用した訓練の必要性が高まってきていた。そこで航空機整備科では3年前に実習機を機械式アナログ計器の機体からグラスコックピットが採用されたパイパーアローⅢ機に更新し、より実践に役立つ訓練を導入した。本報告では航空機整備科に導入された航空機（実習機）の機械式アナログ計器のコックピットから最新のグラスコックピットへの進化の軌跡と訓練の変化について報告する。

1 はじめに

航空機整備科では2年の過程で航空整備士の基礎となる二等航空運航整備士資格の取得を目指すための学科・実習を行っている。1972年の航空機整備科創立時は富士重工製のFA200を使用した訓練が始まり、1991年にフランス製のTB-10 ソカタ機に更新された。しかしTB-10 ソカタ機も老朽化や部品調達が困難になってきた等の理由から2020年に米国製のパイパーアローⅢ機が導入された。FA200からTB-10 ソカタ機への更新時はコックピットもアナログ計器同士の機体のため訓練への大きな影響は無かったが、パイパーアローⅢ機の導入は技術革新が進みコックピットの計器類は大きな変革を遂げることとなった。



図1 左がパイパーアローⅢ機、右がTB-10 ソカタ機

2 コックピット計器のグラスコックピット化

2.1 アナログ計器のコックピット

これまでのTB-10 ソカタ機のアナログ計器は速度計や高度計などはその名前の通り速度および高度の表示のみで、分かりやすい反面、情報が限られており離陸中は正面にある速度や高度およびエンジン関係の計器が大切な情報で注視する必要がある。巡航中は目的地に飛ぶために地図などの航法計器が主に必要となる計器になるものの、配置は固定されているためその都度入れかえることはできないことから視線を常に動かす必要があり操縦士にとっては負担が大きいものであ

*1 航空機整備科

Department of Aircraft Maintenance.

*2 アナログ計器を用いず、CRTや液晶ディスプレイに集約表示したコックピットのこと

った。



図2 TB-10 ソカタ機 コクピットの計器類

図2にTB-10 ソカタ機に搭載されているコクピットの計器類を示す。現在ではこのようなアナログ計器のみの航空機は非常に少なくなってきた。

2. 2 グラスコクピット化された計器の進化

液晶パネルの進歩により自動車の運転席など様々な分野で活用されるようになり、さらに信頼性が増したことによって使用環境の厳しい航空機の計器にも搭載されるようになった。その流れは大型機のみならず小型機の世界でも広まり、画面の表示を切り替えれば様々な情報を得ることができるグラスコクピットが、急速に採用されてきた。図1と図2を比べて見ると丸い計器類がほとんどなくなり時代の流れを感じることができる。



図3 パイパーアローIIIのコクピット

3 統合計器

操縦席の計器の中で姿勢、対気速度、高度、飛行方向を指示する計器のレイアウトは耐空性審査要領(*3)という国の基準により定められている。基本は操縦士

の前方視界の中央に下図のように計器を配置するよう決められている。

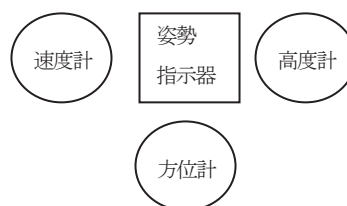


図4 T型配置

この配置はT型配置と言われ、操縦士の視線移動を最小にして飛行状態が把握できること、また計器を見る順番や確認頻度からこの配置が最適であると考えられている。これ以外の計器はこの基本配列の外側に配列されている。この要件を満たした実際のTB-10 ソカタ機の配置が下図となる。



図5 TB-10 ソカタ機の計器配置

それぞれの計器は速度や高度、姿勢や方位など固定された情報を表示しており、情報が限られたものになっている。

一方で2020年に導入されたパイパーアローIII機(Piper製PA201-28R)に搭載された液晶パネルを活用したコクピットでは1画面に4つの計器をまとめて表示できる統合計器となり図6のようなものとなっている。前述の耐空性審査要領に定められたT型配置の基準を満たすと共に、空と地表をイメージできるような色分けなど視覚的に工夫されたものとなっている。

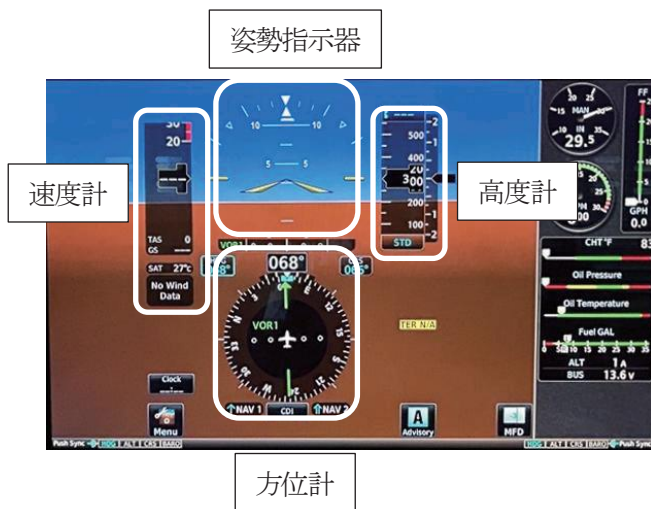


図6 パイパーアローⅢ機の統合計器

さらに、この統合計器はMulti-Function Display (通称MFD)といわれ、操縦士の要求に応じて地図などの航行関係のデータやエンジン関係の計器などを状況に応じて様々な表示ができる多機能のFunctionを持っている。

以下の図はその一例であるが、ひとつのディスプレイで図7のようにMAPを表示させて、そこに空港や無線航法施設の位置を表示させ、自分が飛ぶ飛行ルートを目視化させたり、図8のようにエンジン始動時や離陸時に必要とされるエンジン関係の計器を中心に表示させたりすることもできる。



図7 MAPに空港などを表示させた画面



図8 エンジン関係の計器を表示させた画面

上記のようにTB-10ソカタ機では、20近くあったアナログ計器がすべて一つのディスプレイに表示されるようになっており、計器のレイアウトが整理され、状況に応じて必要な計器を見やすい位置に表示できるため、操縦士のワークロードを軽減するものとなっている。表示の切り替えにはタッチパネルが採用されており、操作にストレスがない。このグラスコックピットは、ボーイング社やエアバス社が製造する航空機のコックピットと非常に類似したシステムであり、エアラインに入社した際に大いに役立つ実習機である。

4 グラスコックピットに対応した授業

4.1 グラスコックピットに対応した訓練

これまでの機械式アナログ計器の授業では、気圧や圧力の変化、またはジャイロなどの動きの変化を機械的な機構で指針を動かして表示させるという仕組みを分解し内部構造を見て学ぶというスタイルであった。



図9 アナログ計器、左から速度計、方位計、高度計

*3 耐空性審査要領：航空機及び装備品の安全性を確保するための基準

しかし、グラスコックピットで採用されている液晶パネルの統合計器では機械的な部分がコンピューターに置き換わり各種センサからのシグナルをアナログからデジタル変換し、ディスプレイ上に表示させている。機械的な機構は無く、さらに内部は IC 部品となり分解できないため、どのように高度や速度、姿勢を受感して表示させるという基本的な原理を学ぶということが難しい。多くの航空機がこのグラスコックピットを採用しているが、すべての航空機に採用されているわけではなく、また航空整備士として何を感知して表示させているなどの仕組みや原理を学ぶことは整備士として故障探求の際に必要な不可欠で、航空計器の基礎を学ぶという点では難しい実習機となっている。

当科ではこの問題を解決するため、アナログ計器を用いて分解し内部構造を理解し表示させる仕組みを学ぶ授業は継続し、さらにその計器がグラスコックピットの場合はどのようになっているかを学ぶ授業を導入した。

このグラスコックピットの操作を学ぶ目標は、以下のポイントを習得できるようになることである。

【授業の習得ポイント】

- ①主要計器はどこにどのように表示されているか
- ②表示の切り替えはどのように操作するか
- ③必要とする情報（無線施設、飛行ルート）を表示させるにはどのように操作するか
- ④高度などの調整や方位の変更はどのように実施するか

学生がこれらを習得するためには、実機にて操作を体験する必要があり、実機と同様な操作ができる統合計器シミュレータ（図10）を導入した。



図10 パイパーアローⅢ機のシミュレーター

このシミュレーターを用いた授業により、実機では狭いコックピットで操作できる人数が限られるという問題を解決でき、教室内で誰もが操作して実践し体験できるため、訓練効果が向上する。また実際に飛行しなければ確認することができない航法関係の計器や速度計、高度計も航法関係テスターからの擬似電波を受信させたり、AIRDATA テスターによって気圧や高度のシグナルを与えたりすることによって、地上では確認することができない表示を見ることが可能で非常に有意義な装置となっている。

4. 2 グラスコックピットに対応した授業の今後

現在、航空機整備科の生徒のほとんどがエアラインに就職しているが使用事業等へ進む生徒もあり、小型機にもグラスコックピットの航空機が導入され主流となりつつある一方で、まだアナログ計器が搭載された航空機は多数あり基礎を学ぶアナログ計器に対応した知識や技量を学ぶ授業は今後も必要である。また液晶ディスプレイの統合計器の見方は理解できても整備士として故障を探求し修理に対応するために、計器の仕組みや原理を理解することは必要となる。よって今後もアナログ計器と液晶パネルを使用した統合計器を学ぶ授業はそれぞれの航空機が存在する過渡期の現在においては継続する必要がある。

5 おわりに

技術の進歩により、今後も航空機の発展と共にグラスコックピットもさらに進化し操縦士のヒューマンエラー対策を取り入れた計器類の導入や開発は進んでいくものと考えられる。そのため我々の航空整備士を育成するための授業も基礎的な知識技量を学ぶことはもちろんであるが、技術の進歩に対応した訓練を柔軟に対応していく必要性があり、今後も常に最新の情報を入手し、講義・実習も進化させていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省航空局検査課監修, 耐空性審査要領, 鳳文書林出版