

### 3. 日常運航データ再生ツール DRAP

飛行システム研究センター

村岡浩治、岡田典秋

#### 1. はじめに

航空宇宙技術研究所では、QAR (Quick Access Recorder) 等のデータ記録装置によって取得された旅客機の飛行データをアニメーション表示するためのソフトウェア、日常運航データ再生ツール (DRAP: Data Review and Analysis Program) を日本航空株式会社と共同で開発している。このソフトウェアは、DFOM (Daily Flight Operation Monitoring) や FOQA (Flight Operational Quality Assurance) 等、日常運航から得られた飛行データをパイロットその他へフィードバックし、安全運航をより一層向上させるための活動に利用されることを目的としており、これまでに航技研で行われた飛行計測、実験、データ処理、飛行シミュレーション、コックピット・インターフェイスなどに関する研究成果を統合する形でソフトウェアを作成している。

1999 年からの開発当初より日本航空 DFOM グループと共同で開発作業を実施し、日本航空からは特にソフトウェアの仕様やバグの発見・改修提案などユーザ側からのアドバイスを受けてきた。また、2000 年春から同社に、2001 年春からは全日本空輸及び日本エアシステムにも運用評価への参加を依頼し、ソフトウェアの開発・評価を継続している。

#### 2. 日常運航データの利用

現在、我が国を含め、各国の大手エアラインを中心に、FOQA あるいは DFOM と呼ばれる

安全活動が導入されている。FOQA/DFOM とは、QAR (Quick Access Recorder) 等の機上のデータ取得装置で日常運航データを記録し、それをパイロットの自己研鑽や運航品質向上のためのフィードバックおよび機体やエンジンのモニタリング等整備の効率化、その他に利用し、ひいては運航にかかわるシステム全体の安全性強化に役立てるという活動である。

現在、我が国においても大手エアラインを中心に、各社の機体にデータ記録装置を装備するとともに、ほぼすべての運航において数百項目にわたるデータを計測して分析、評価を行っている。そして、例えば降下率が各社が定めた許容値を超えたなどといった事象が生じた場合や、パイロットが自己研鑽の目的でデータの閲覧を希望した場合に、将来の運航安全強化の目的でパイロットにその情報をフィードバックするという活動が行われている。これまでは、これらの情報は、主にグラフ・プロットや数値および文章を媒体としてパイロットにフィードバックされていた。

DRAP は、これらの飛行データをアニメーションの形で提示するためのソフトウェアである。これによって、パイロットが飛行状況をより直感的な形でレビューすることができ、FOQA/DFOM 活動をより効果的にすることが可能になると考えている。DRAP を用いた日常運航データのフィードバック・ループを図 1 に示す。

#### 3. 日常運航データ再生ツール DRAP

##### 3.1 概要

図 2 に機上で取得したデータを DRAP で表示するまでの作業プロセスを示す。

QAR に記録されたデータは、各エアラインの地上の担当部署によって DHS (Data Handling System) ファイルに変換される。DHS とは航技研が開発した飛行データ記録用のバイナリ・フォーマットであり、DRAP は DHS 形式で保存されたデータ・ファイルのみを読み込むことが可能である。データ変換には、航技研が DRAP とともに開発したソフトウェア DHS Converter が利用される。地上担当部署によって作成された DHS ファイルはパイロットに手渡され、DRAP を用いた飛行データのレビュー



図 1 日常運航データのフィードバック

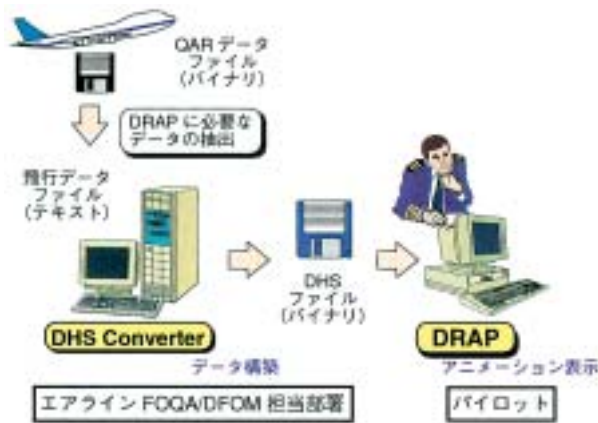


図2 飛行データの変換作業

が行われる。

なお、機上のQARの記録形式および項目は、機種が同じであっても各エアラインによって異なっていることや、記録したデータの秘匿に関する必要性その他の理由から、DRAPおよびDHS Converterはプログラム本体（アニメーション表示など）と、飛行記録その他の航空会社固有のデータベース部分とは分離した構造としている。

以下に、DRAPおよびDHS Converterについて、これまでに作成された主な機能概要をまとめる。

### 3.2 DRAPの機能

DRAPは、パイロットが様々な角度から飛行データをレビューすることを可能とするという観点から各機能を開発している。これまでに作成した機能では、ボーイングB747-400、B777およびB767の飛行データを表示することが可能である。

#### (1) 外視界表示機能（図3）

コックピット視点からの外視界を表示する。ウィンドウにはグレアシールドおよび天井の概形があわせて表示される。日本国内の地形および滑走路の諸元がデータベースとして用意され、特定の滑走路への離陸、進入時のアニメーションを表示することができる。

#### (2) 機体外部表示機能（図4）

外部から見た機体運動を表示する。機体から一定の距離を保って飛行する視点（Chase）からのアニメーション及び地球座標上に固定した視点（Fix）からのアニメーション表示が可能である。また、機体の運動に加え、飛行軌跡および基準経路も表示することができる。

#### (3) 計器表示機能（図5）

PFD（Primary Flight Display）、ND（Navigation Display）（またはアナログ計器）

およびEngine Parameter and Flight Control計器を表示する。表示スペースの制約から、操縦時に必要となる主要パラメータを選び、エンジン・パラメータ及びフライトコントロール計器は一つのウィンドウにまとめた。NDには、DHS Converterによって推定された上下風及び水平風（後述）が表示される。

#### (4) その他の機能

水平面内の機体の飛行軌跡を表示する2次元マップ表示機能（図6）、コラム・ホイール、ラダーペダルおよびスロットル・レバーの操作量を表示する操縦入力表示機能（図7）および着陸滑走路やデータ記録日時などの飛行データの概要を示すサマリ表示機能がある。また、アニメーション制御のために、再生、早送り、逆回転およびコマ送りの設定が可能である。

### 3.3 DHS Converter

DHS Converterは、テキスト形式で記録されている飛行データをDHS形式に変換するとともに、DRAPでのアニメーション表示のためのデータ補間や機体の位置推定を行う。図8にDHS Converterの概観を示す。

#### (1) データ変換機能

テキスト形式で記録されたQARデータをDHS形式に変換する。DHS形式はバイナリ・フォーマットのため、テキスト・ファイルに比べてサイズが圧縮される他、データ改ざんの防止等にも有用である。

#### (2) データ補間機能

QARに記録されているパラメータは、計測項目により1/4 Hzから8Hz等と様々である。例えば基本データ取得周期が8Hzであり、高度パラメータの記録周期が1Hzの場合には、そのままのデータを用いるとアニメーションでの機体高度は1秒に1回しか更新されないことになる。DHS Converterは、これらのデータを補間し、DRAPで平滑なアニメーションを表示することを可能とする。

#### (3) 機体位置推定機能

QARに記録されている機体位置データの精度及び周期は、滑走路への着陸などをアニメーション表示するためには必ずしも十分なものとはいえない。そのため、QARに記録された目的地（目的飛行場）の地点略号その他のデータを用いて位置データを再構築する。構築アルゴリズムとしては、着陸、着陸復行、離陸および巡航の4つを有している。

#### (4) 風推定機能

上下風の推定及び水平風の精度向上を行う。現在、大型旅客機のNDに表示されているFMS



図 3 DRAP 外視界表示の例



図 4 DRAP 機体外部表示の例 (Fix Mode)



(a) PFD



(b) ND (緑が推定風)  
図 5 DRAP 計器表示の例



(c) Engine and Flight Control

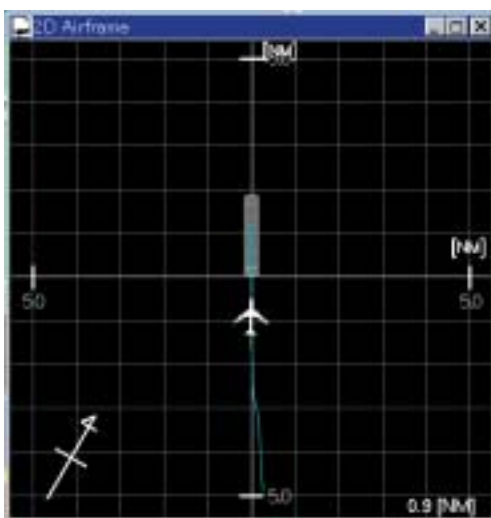


図 6 DRAP 2 次元マップ表示の例

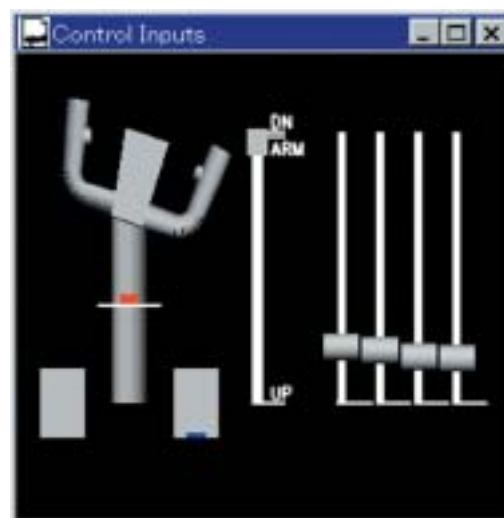


図 7 操縦入力表示の例

(Flight Management System) 推定風は、横滑り角 = 0 deg を仮定しており、横滑り角が大きくなるときの精度は低下する。また、上下風の推定は行われていない。

本機能では、QARデータ及び機体空力特性から迎え角、横滑り角を推定し、水平風の精度向上と上下風の算出を行う。

#### 4. おわりに

平成 13 年度までに開発した上記機能をまとめ、DRAP Ver.1.0 としてリリースするとともに、機種追加や機能拡張といった開発作業を継続している。また、日本航空、全日空及び日本エアシステムにおいても運用評価を継続いただいている。評価においては、細部のバグや改善点に関する提案や指摘をいただくとともに、全体として「本ソフトウェアは飛行データを直感的に表示することができ運航安全の向上に有効である。」とのコメントを得ている。

国内の航空会社にさらに広く利用可能とし、また運航安全に対する効果を一層向上できるよう、今後も対応機種の追加や、視程、地上目標物表示など表示機能の開発を継続していく。

#### 文献

1) Anon.; DRAFT Advisory Circular Flight

Operational Quality Assurance Program, Federal Aviation Administration, 1995.

2) Mike Holtom ; FOQA : 航空界にとって最も重要な安全ツール、Flight Safety (JAL) No.133、p.9-16、2000.

3) Komori, T.; JAL Safety Improvement by Daily Flight Operation Monitoring, p.238-252, Proc. of the International Workshop on Technical Elements for Aviation Safety, 1999.



図 8 DHS Converter



図 9 日常運航データ再生ツール DRAP Ver.1.0 外観