

宇宙航空研究開発機構研究開発報告

JAXA Research and Development Report

日常運航データ再生ツール DRAP

村岡 浩治, 岡田 典秋, 山本 亮二, 一倉 洋

2005年12月

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

日常運航データ再生ツール DRAP*

村岡浩治**, 岡田典秋**, 山本亮二**, 一倉洋***

Data Review and Analysis Program (DRAP) *

- Flight Data Visualization Program for Flight Operations Safety -

Koji MURAOKA **, Noriaki OKADA **, Ryoji YAMAMOTO ** and Hiroshi ICHIKURA ***

ABSTRACT

Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) and Japan Airlines International (JALI) have developed a flight data visualization program called DRAP (Data Review and Analysis Program) to enhance aviation safety. DRAP generates three-dimensional animations including a cockpit view, god's-eye view, flight instruments, etc. using flight data recorded by on-board flight recorders (ex. QAR: quick access recorder). It was designed to enable a pilot to improve his/her flight skills by reviewing his/her own flight as a part of flight data analysis program activities such as FOQA (Flight Operational Quality Assurance) or DFOM (Daily Flight Operation Monitoring). This paper describes DRAP development and the results of evaluations performed by major Japanese airlines.

Keywords : flight safety, DFOM, FOQA, flight data reconstruction, 3D animation, software

概 要

宇宙航空研究開発機構(JAXA)は、株式会社日本航空インターナショナルと共同で日常運航データ再生ツール DRAP を開発した。DRAP は、大型旅客機の日常運航において記録された飛行データを 3次元アニメーションとして表示するためのソフトウェアである。現在、我が国を含めた各国の大手航空会社では、QAR(Quick Access Recorder)等の搭載装置で飛行データを記録し、これを運航安全や運航品質の向上に役立てる飛行データ解析プログラムが実施されている。DRAP はこの活動において、パイロットに飛行データをフィードバックして自己研鑽を行う際に用いられ、アニメーション表示によりその効果を向上することをねらいとしている。この方法により我が国の運航安全を広くより一層向上させることが DRAP 開発の目的である。本稿では、開発した DRAP の機能及び我が国の大手航空会社で実施した運用評価についてまとめた。

目 次

略語		4. 運用評価	9
		5. おわりに	10
1. はじめに	2	謝辞	10
2. 飛行データ解析プログラムの概要	2	参考文献	10
3. 日常運航データ再生ツール DRAP	3		
3.1 DRAP の開発方針	3	付録	
3.2 データ変換の流れ	3	付録 A. DRAP Version 1.4 ユーザーズ・ガイド	A-1
3.3 DRAP プログラム構成	4	付録 B. DRAP Version 1.4 リファレンス・マニュアル	B-1
3.4 データ表示機能	5		
3.5 データ変換プログラム DHS Converter 概要	8		

* 平成 17 年 12 月 13 日 受付 (Received 13 December, 2005)

**総合技術研究本部 航空安全技術開発センター (Air Safety Technology Center, Institute of Space Technology and Aeronautics)

***株式会社日本航空インターナショナル 運航安全推進部 (Flight Safety, Japan Airlines International)

略語

AIP	Aeronautical Information Publication
ANA	All Nippon Airways
ANK	Air Nippon
DFOM	Daily Flight Operation Monitoring
DHS	Data Handling System
DRAP	Data Review and Analysis Program
FDR	Flight Data Recorder
FOQA	Flight Operational Quality Assurance
GUI	Graphical User Interface
ICAO	International Civil Aviation Organization
JAL	Japan Airlines
JALI	Japan Airlines International
JALJ	Japan Airlines Domestic
JAS	Japan Airsystem
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
ND	Navigation Display
PC	Personal Computer
PFD	Primary Flight Display
QAR	Quick Access Recorder

1.はじめに

現在、世界中の多くの大手航空会社では、日常運航で記録されたデジタル飛行データを収集、解析を行うことにより、航空機の運航の安全品質を向上させる飛行データ解析プログラム活動が導入され、安全運航の向上に一役買っている¹⁾。同活動の広がりに伴って、国際民間航空機構(ICAO: International Civil Aviation Organization)でも2005年1月よりこれを国際標準として定めるに至った。我が国においても、大手航空会社を中心に1980年代から同種の活動がDFOM(Daily Flight Operation Monitoring)やFOQA(Flight Operational Quality Assurance)という名称で導入され、記録したデータを必要に応じて安全情報としてパイロットへフィードバックするなどの活動が行われてきた。

宇宙航空研究開発機構(以下 JAXA: Japan Aerospace Exploration Agency)は、航空安全向上のためのヒューマンファクタ技術に関わる研究の一環として、株式会社日本航空インターナショナル(以下 JALI)と共同で、この飛行データ解析プログラムに利用可能な日常運航データ再生ツール DRAP (Data Review and Analysis Program)を開発した。近年の航空機事故の主要因の約70%はパイロットのヒューマンエラーが関与していると言われ、それを防ぐためには標準手順(Standard Operating Procedure)からの逸脱を低減することが最も効果的であると言われている²⁾。DRAPの開発は、このような不安全要素を低減させるために有効なツール

を提案し、我が国の運航安全を広くより一層向上させることを目的としている。DRAPは、大型旅客機の日常運航において記録された飛行データを3次元アニメーションとして表示するためのソフトウェアであり、将来の運航安全性強化を目的としてパイロットが自分の飛行データを閲覧したり、他の事例を閲覧する場合の効果を向上させることをねらいとしている。

1999年に開始したDRAPの開発は、それ以前にJAXA内で実施された飛行計測、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再利用・統合する方法で行った。開発当初から株式会社日本航空(JAL)(現JALI)DFOMグループと共同でソフトウェアの仕様策定を行い、その後も共同でバグの発見や改修検討を実施する等、ユーザー側の観点に基づいたソフトウェアの開発が可能となった。2000年に開始したボーイングB747-400、B777及びB767を対象としたJAL運用評価に引き続き、2001年からは全日本空輸株式会社(以下ANA)及び株式会社日本エアシステム(現日本航空ジャパン、以下日本エアシステムはJASと記す)を加えての運用評価を開始した。また、運用評価と並行してDRAPの表示機能の開発及び対応機種への拡張作業を行ってきた。2005年1月には、我が国で運航される大型旅客機のほぼすべての機種(ボーイングB737、B747、B747-400、B767、B777、MD-90、エアバスA300-600及びA320/321)の表示機能が整備された、DRAP Version 1.4(動作環境: Microsoft Windows 2000及びXP)が完成した。

本稿では、まず第2章で、航空会社で実施されている飛行データ解析プログラムの概要を説明する。第3章には、機上で記録した飛行データを地上のDRAPで表示可能な形式に変換するまでの過程について説明するとともに、DRAP Version 1.4の機能を詳説する。第4章ではこれまでに実施した運用評価についてまとめる。また、付録として、DRAP Version 1.4のユーザ・マニュアル及びリファレンス・マニュアルを添付した。なお、第3章に記すデータ変換過程では、飛行データ変換用ソフトウェアDHS Converterが必要となる。本ソフトウェアは、DRAPとともにJAXA及びJALIにより共同開発したものであり、DRAPでのアニメーション表示用データ作成に必須であるが、本報告では第3章にその概要を記述するとともに、DHS Converterの詳細については文献3を参照されたい。

2.飛行データ解析プログラムの概要

現在、我が国の大手航空会社で運航されているほぼ全ての中・大型旅客機にはQAR(Quick Access Recorder)

等のデータ記録装置が搭載され、ほぼ全ての便で飛行データ解析プログラムのためのデータ記録が行われている。QARは、事故発生時の解析用に取り付けが義務づけられている飛行記録装置FDR(Flight Data Recorder)に比べて、記録パラメータ数が多い、データの記録周波数が高い、記録時間が長い、データの取り下ろし作業が容易である、事故時の耐衝撃性や耐熱性は重視していないといった特徴がある。飛行データ解析プログラムは、このデータを分析し、パイロットへ安全情報としてその結果をフィードバックしたり、エンジンの健全性モニタリング等に用いるなど、運航安全や運航品質の向上を図ることを目的とした活動である。このプログラムは各航空会社ごとに行われるものであるが、これが多くの会社に普及することで、運航に関わるシステム全体の安全強化がより促進されるとの立場から世界各国の航空当局にもその重要性が認識されている。

我が国では、1970年代後半にJALやANAが同プログラムの導入を開始して以来、現在までに多くの航空会社が同プログラムを実施している。各社のプログラムでは、例えば降下率が自社が定めた許容値を超えた場合や、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ためにパイロットにその情報をフィードバックする活動が行われている(図1)。従来、これらの情報は、主にグラフ・プロットや数値及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のに対し、DRAPは飛行データをアニメーションとして表示する。アニメーションによるデータ表示法は、数値やグラフ等による表示に比べ、記録したデータをパイロットが飛行中に見ている外視界や計器の動きと同様の形式で、かつ飛行状況の時間的推移に沿って表示できる特徴があり、パイロットはより容易な方法で飛行データを自分自身の操縦に結びつけることが可能になると考えられる。

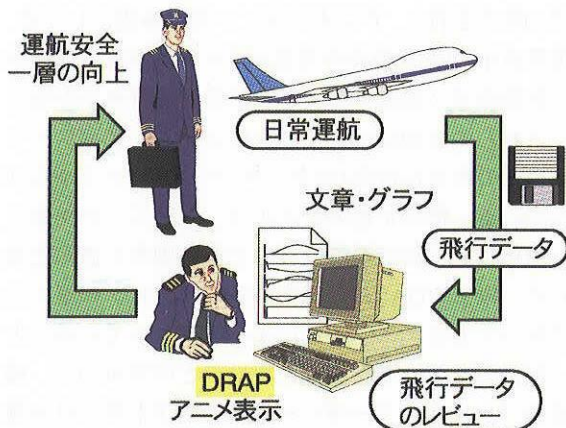


図1 日常運航データの利用

3. 日常運航データ再生ツール DRAP

3.1 DRAP の開発方針

計算機技術の進歩や飛行データ解析プログラムの普及に伴って、3次元アニメーション表示機能を持った市販の飛行データ解析ソフトウェアが増えてきており、これらが航空会社の飛行解析や事故調査等に導入されつつある。これらの市販ソフトウェアは、主に計算機と飛行データ処理の専門知識を持つユーザを対象に開発されているため、高度なデータ処理機能や3次元アニメーション機能を備える反面、利用方法の習得は必ずしも容易とはいえない。一方、DRAPはこのような専門知識を必ずしも有しないパイロットを対象ユーザとしている。また、飛行データの詳細な検討に基づく不安全事象の解析等よりもむしろ、通常の飛行を、パイロット自身ができるだけ速やかにレビューすることを第一の目標においている。したがって、DRAPは下記の基本的考え方で設計した。

- (1) DRAPのユーザはパイロットである。飛行データの読み込みやユーザ・インターフェイスを十分に簡素化する。
- (2) 機上で記録された飛行データの処理は地上部門が実施し、パイロットにDRAP用のデータを引き渡す方法にする。この作業に必要な時間を極力短縮する。
- (3) 飛行データを自分自身の操縦と結びつけやすい方法で、かつ様々な自由度を持って閲覧できるようにする。(地上部門の作成するビデオ・クリップではなく、パイロット自身が様々な角度からデータ閲覧することを可能にする。)

3.2 データ変換の流れ

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、各航空会社の地上の担当部署にて専用のQARデータ処理装置を用いてテキ

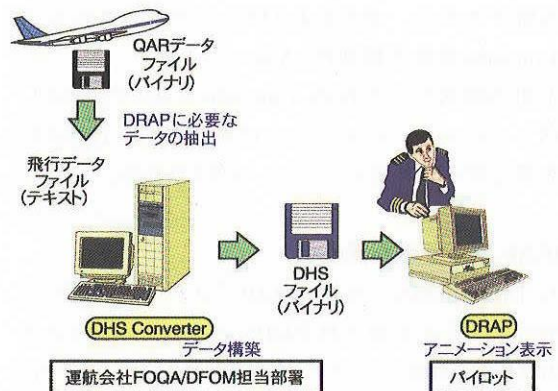


図2 データ変換の流れ

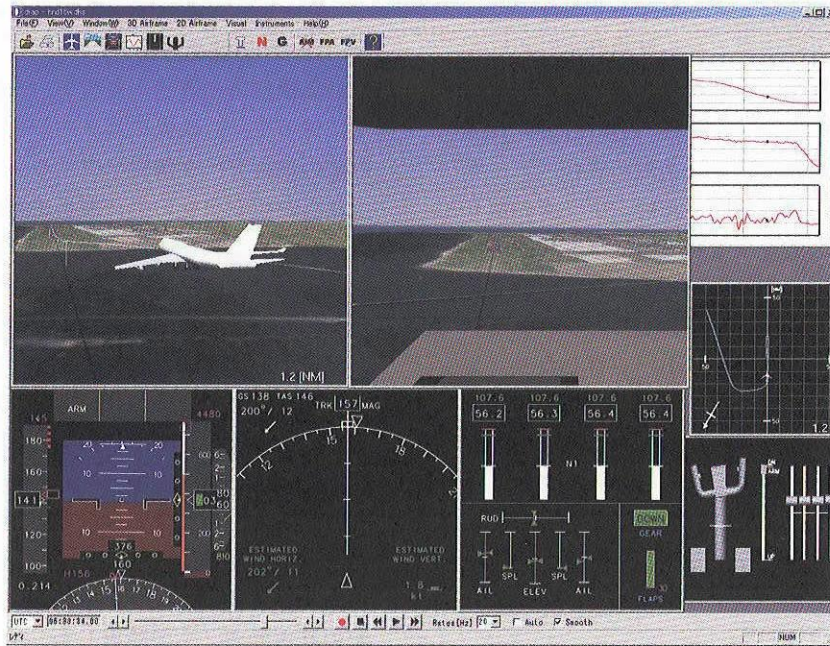


図3 DRAP 概観

スト・ファイルとして保存された後、DRAPアニメーション用にDHS(Data Handling System)ファイルに変換される。DHSとはJAXA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。DHS形式の採用により、飛行データのファイルが小さくなること及び変換終了後の意図的な飛行データの改ざんを防止できるといったメリットがある。ファイル・サイズは、例えば、90秒程度の飛行データ（DRAPに表示可能なパラメータ数）の場合、テキスト・フォーマットのファイルサイズ約1.6MBに対し、DHSフォーマットでは800kb程度となる。

DHSフォーマットへのデータ変換には、JAXA及びJALがDRAPとともに共同開発したソフトウェアDHS Converterが利用される。データ変換時には、バイナリ化に加え、飛行データ推定・再構築、データ補間処理も同時に行われる。通常の、離陸、着陸、着陸復行または巡航データは、おおむね1秒以下で変換される。DHS Converter機能の概要は3.5節に示す。

地上担当部署がこのDHS Converterを用いて作成したDHSファイルが、パイロットに手渡され、DRAPを用いた飛行データの自己レビューが行われる。

3.3 DRAP プログラム構成

図3にDRAP概観を、図4にDRAPプログラム構成を示す。飛行データが記録されたDHSファイルが読み込まれ、DRAPはこれをもとにアニメーションを生成する。ユーザは、GUI(Graphical User Interface)を用いて飛行デ

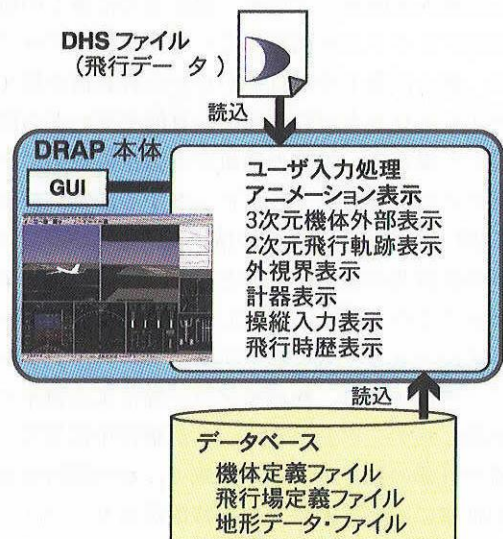


図4 DRAP プログラム構成

ータの読み込みや、アニメーションの再生、表示機能の切り替えを行う。アニメーション表示機能としては、外視界表示、3次元機体外部表示、水平面内飛行軌跡表示、計器表示、操縦入力表示及び飛行時歴表示を有する。これらの詳細については次節に記す。アニメーション表示のためには表1のデータベース・ファイルも利用している。機体定義ファイルは、機種ごとに用意され、機体重心位置や視点位置など機種固有の値が定義される。機上のQARの記録形式及び項目は、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、記録したデータ秘匿の必要性などの理由から、機体定義ファイル・データベースをDRAP本体とは分離した構造としている。飛行場定義ファイルには、空港

表1 データベース・ファイル

データベース・ファイル	内容	File 名例	備考
機体定義ファイル	視点位置, 重心位置, Autopilot Mode データ変換テーブル, 風推定用機体特性パラメータ等	b744.ac	機種及び航空会社ごとに異なる。
飛行場定義ファイル	飛行場諸元 (緯度・経度, 幅, 長さ等) を記述	RJTT.apr	航空路誌(AIP)に基づいて更新する必要あり。Generic Airport あり。
地形ファイル	日本国内標高データ	3926.dat	数値地図に基づいたバイナリ・データ

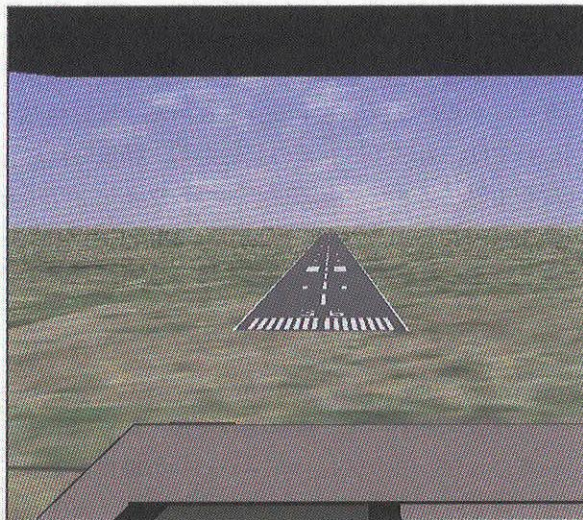
の位置 (緯度・経度), 標高, 滑走路の方位, 幅, 長さ等が定義されている。飛行場定義ファイルは, 一つの空港に対し一つのファイルが対応し, 特定の飛行場での離着陸データの表示時の滑走路描画に用いられる。同データベースは, 空港情報の更新があった場合には, 航空路誌(AIP: Aeronautical Information Publication)をもとに更新していく必要がある。現状では, 日本国内全ての空港データベースが整備されている。これに加え, 汎用飛行場(Generic Airport)ファイルが用意しており, 当該飛行場に相当する飛行場ファイルが無い海外空港への離着陸データも (滑走路の寸法は必ずしも一致しないが) 表示可能となっている。地形ファイルは国土

地理院数値地図データ250mメッシュをもとに作成したバイナリ形式のファイルで, 日本全国の標高データを格納している。

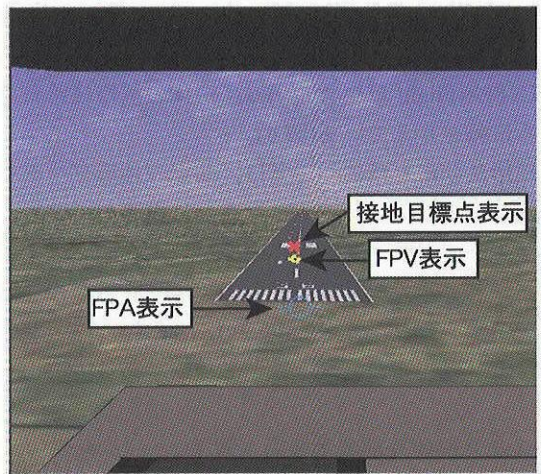
3.4 データ表示機能

(1) 外視界表示機能 (図5)

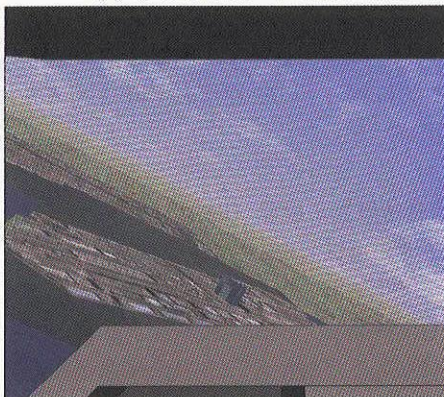
コックピット視点からの外視界を表示する。ウィンドウにはグレアシールド及び天井の形状があわせて表示される。本ウィンドウは操縦時のいわゆる"見え方"を表示するものであり, 機種ごとのグレアシールド形状や下方視界角(down vision angle)が再現されている。また, 多くの大型旅客機コックピットに装備され



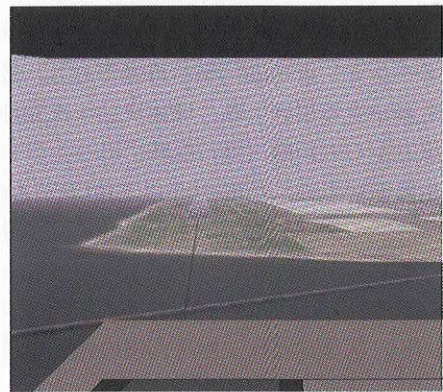
(a) 外視界表示 (左席)



(b) 外視界補助表示



(c) 航空写真及び建造物



(d) 視程

図5 外視界表示例

表 2 外視界補助表示

名称	表示	説明
接地目標点 (Aiming Point)	✕	機体位置を起点にした基準経路角(主に3deg)に等しい角度を持つ直線が地表面と交わる点。
FPV (Flight Path Vector)	🕒	コックピット視点を起点とした、現在の飛行経路角方向。
FPA (Flight Path Angle)	🕒	機体重心を起点とし、現在の飛行経路角方向の直線が地表面と交わる点。

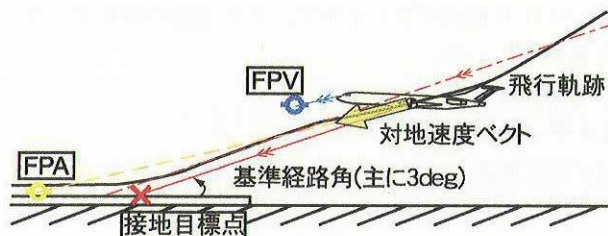


図 6 外視界補助表示

る高度の自動コールを模擬した音声機能を有する。これらは、接地のタイミングやフレア操作などに注目してデータを閲覧する際に有用である。

データ閲覧時の補助として、表 2 の表示を選択可能とした。これらの補助表示は、特に着陸時のデータ閲覧に有用である。接地目標点表示が現在の機体位置に関する補助を与えるのに対し、FPV (Flight Path Vector) 及び FPA (Flight Path Angle) は、機体の飛行経路角に関する情報を与えている(図 6)。

地形及び滑走路については、前記の地形データベース及び滑走路データベースをもとに描画している。また、ユーザが航空写真等の画像や建設物の寸法をデータベースとして用意することで、より詳細な視界画像を表示することができる(図 5c)。さらに、ユーザの選択により視程を変更することも可能である(図 5d)。

(2) 3次元機体外部表示機能(図7)

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(図 7(a))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(図 7b)が可能である。着陸時のデータを表示する場合には、機体及び3次元地形に加え、接地点からの距離(飛行軌跡に沿った道のり)及び(滑走路面からの)高度(50ft以下)が表示される。なお、離陸時のデータを表示する場合には、浮揚点からの距離を表示する。また、ユーザの選択により飛行軌跡及び基準(ノミナル)経路を表示することが可能である(図 7b)。基準経路は、水平面内の飛行軌跡に沿って、着陸時の基準となる飛行経路を表示する。前後方向の起点は、グライドスロープが設置されている滑走

路ではグライドスロープ設置位置、設置されていない滑走路では滑走路端から 305m(1000ft)の点としており、3 deg、2.75deg または 2.5deg (ユーザ選択による)の経路角で基準経路が描画される。基準経路(赤線)と飛行軌跡(白線)を比較しながら基準経路とのずれを確認し、さらに外視界表示の"見え方"を確認するなどといった閲覧方法に有用である。

(3) 水平面内航跡表示機能(図8)

滑走路端を起点に、水平面内の航跡及び機体位置を表示する。画面は、滑走路方位が常に上方を向くように表示する。一方、本表示を印刷する際には、滑走路方位を上方とするか、北を上方とするかを選択可能とした。パイロットが使用する進入図(Approach Chart)は北を上方としており、進入図と同じ縮尺での北上方印刷を用い両者を比較することにより、進入飛行手順のレビューが容易になる。

(4) 計器表示機能(図9)

コックピット計器を表示する。機種ごとの計器を模擬し、PFD(Primary Flight Display)やND(Navigation Display)といった電子機器またはアナログ計器を表示する。実機では別々の計器に表示されるエンジン・パラメータ及びフライト・コントロール(操縦舵面)については、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、一つのウィンドウにまとめて表示した(図 9c,e)。NDには、DHS Converterによって推定された上下風及び水平風(後述)を表示することができる。

(5) 操縦入力表示機能(図10)

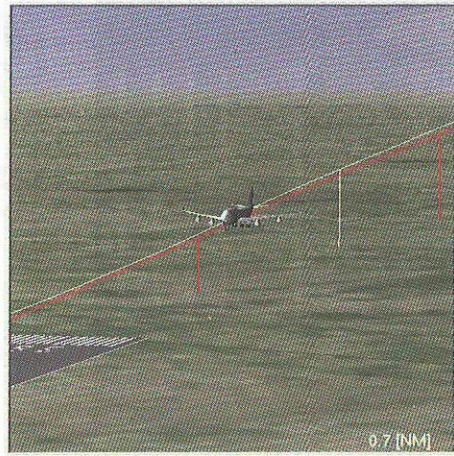
コラム・ホイール、ラダーペダル、スラスト・レバー及びスピード・ブレーキ・レバーの操作量を表示する。ホイール角を実角で表示する一方で、画面に向かって前後に操作されるコラム及びラダーペダル操作量は赤・青の棒表示を用いた。スラスト・レバー表示は、全スケールの中程をアイドル位置とし、その上部を前向き推力位置、下部を逆推力位置(スラスト・リバーサ使用時)とした。

(6) 飛行時歴表示機能(図11)

ユーザの選択したパラメータを画面上にグラフ表示する。グラフ上の黒点マーカがアニメーションの進行とともに移動し、現在の値が表示される。本表示により、読み込んだ飛行データの全体像とともに、外視界や機体姿勢(3次元機体外部表示)を比較しながら閲覧することができる。

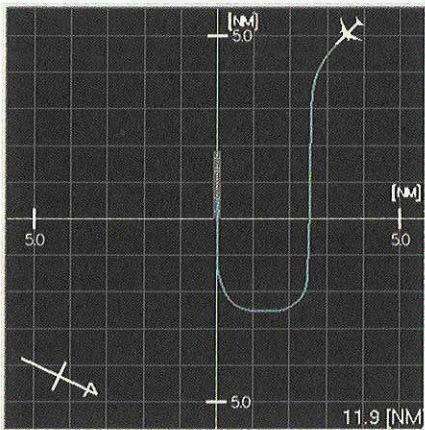


(a) Chase 表示

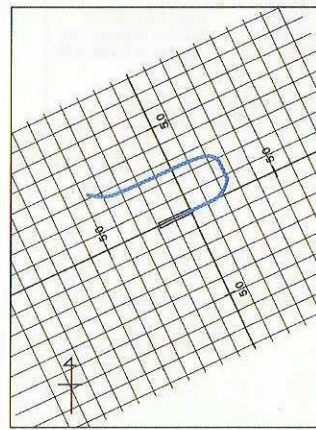


(b) Fix 表示 (赤線:基準経路, 白線:飛行軌跡)

図7 三次元機体外部表示例

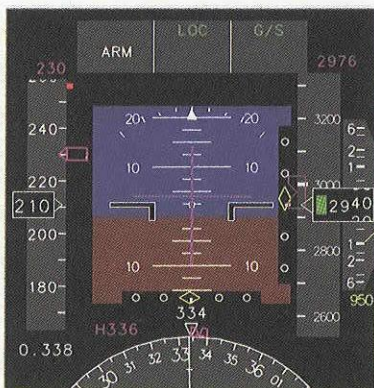


(a) 水平面内軌跡表示

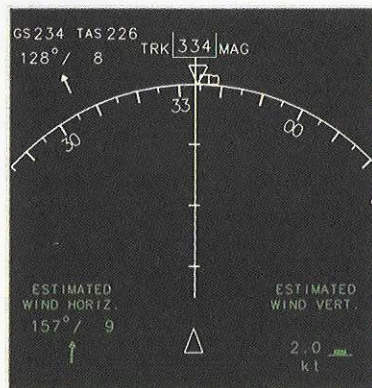


(b) 北上方印刷

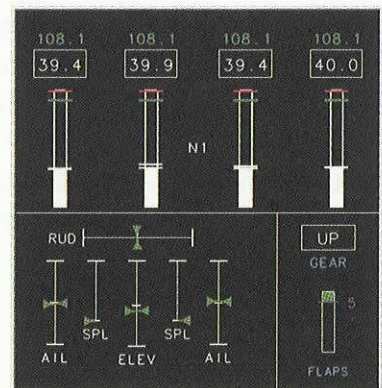
図8 水平面内航跡表示例



(a) PFD (B747-400)



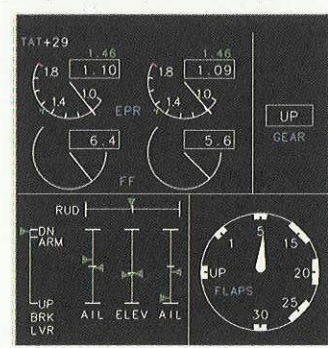
(b) ND (B747-400, 緑色: 精密推定風)



(c) Engine & Flight Control (B747-400)



(d) アナログ計器 (B767)



(e) Engine & Flight Control (B767)

図9 計器表示例

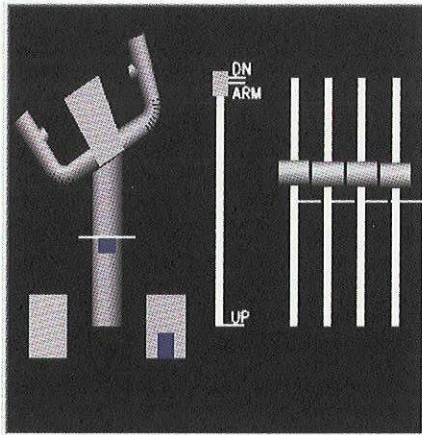


図 10 操縦入力表示例 (B747)

Handle Type: DHS File	Handle Number: 1
C:\user\test\Sample.dhs	
Aircraft Name: B747-400	Flight Number: 000
Analysis Code: DRAP	Number of Items: 107
Sampling Period(Hz): 8	Number of Steps: 879
Comment 1:	
Comment 2: FJTT22	
Flight date: 99/01/01 09:35:10 -> 09:36:59	
File create: 99/08/20 File Length: 376212	

図 12 飛行データ・サマリ表示例

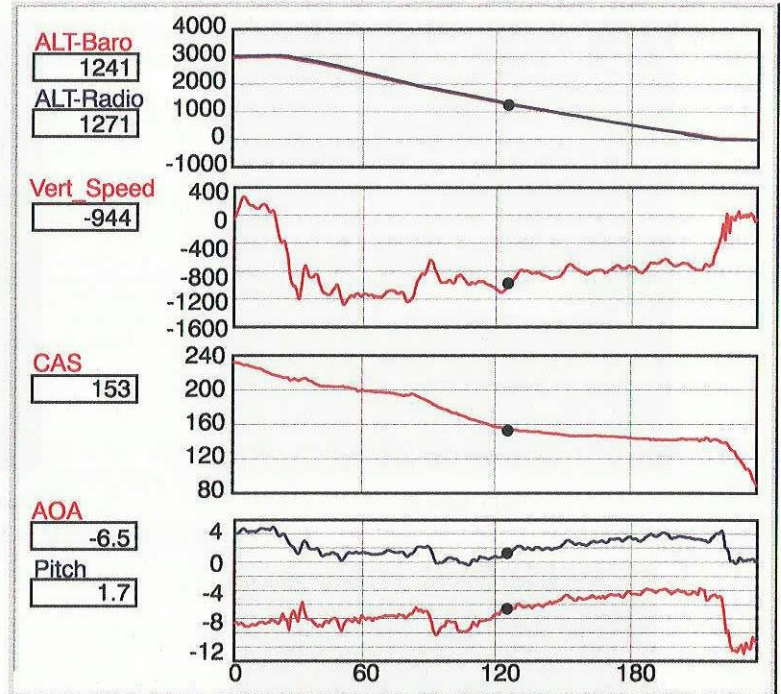


図 11 飛行時歴表示例

(7) 飛行データ・サマリ表示機能 (図 12)

読み込んだデータのヘッダ情報を表示する。機種、データ記録日時、データ記録周期、データ長及び使用滑走路を表示する。

(8) アニメーション制御

再生、一時停止、早送り、逆回転及びコマ送りの設定が可能である。アニメーションの画面更新周期を PC の作業負荷状況に応じて自動制御する機能を有する。設定可能な画面更新の最高周期は 30Hz とした。アニメーション描画は、Windows マルチメディア・タイムを利用してリアルタイム性を実現した。アニメーション表示において、データ記録周期より短い周期で画面を更新する場合は直線補間 (オートパイロット・モードなどのディスクリート信号については 0 次ホールド) により平滑化している。

3.5 データ変換プログラム DHS Converter 概要

DHS Converter (図 13)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ソフトウェアである。本節では DHS Converter の概要を説明する。詳細については文献 3 を参照されたい。

(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

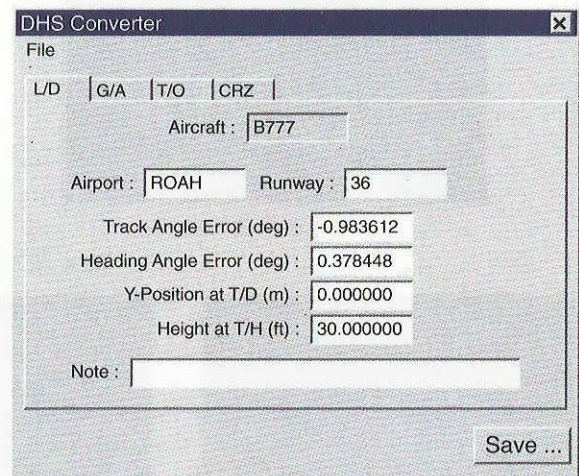


図 13 DHS Converter

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記録周波数は、計測項目により 1/4 Hz から 8 Hz 等と様々である。例えば基本データ記録周波数が 8 Hz 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。

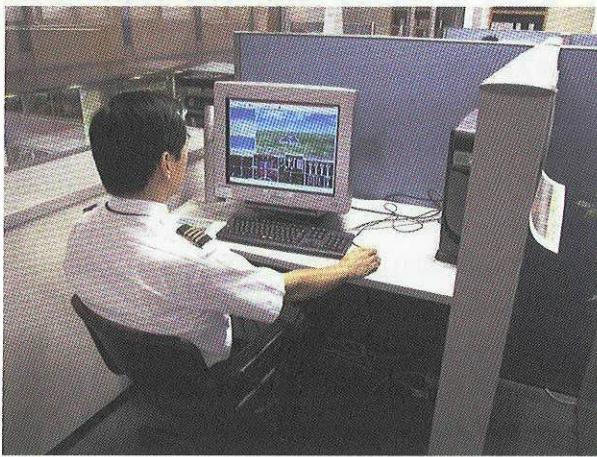


図 14 運用評価状況

(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、離陸及び巡航の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推算を行う。現在、旅客機の ND 上に表示されている FMS(Flight Management System)推定風は、横滑り角=0 deg を仮定しており、横滑り角が大きいときにはその精度は低下する。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パラメータから迎え角、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.運用評価

DRAP の表示機能開発と並行して、対応機種を段階的に拡張するとともに、運用評価を JAL 乗員技術部 DFOM グループ（現 JALI）、ANA 運航サポート室技術部(FOQA Program)、JAS 運航技術部運用技術グループ(FOQA)（現 JALJ）及びエアニッポン(ANK)運航本部 FOQA 室の協力を得て実施した。

各社の FOQA 実施体制に基づいて、DHS Converter によるデータ変換を行い、各社のパイロットが DRAP の評価を実施した。運用評価開始当初は評価者を FOQA 担当部門のパイロットに限ったが、DRAP の有用性に対する高い評価が得られるとともに航空会社の安全活動へ寄与するという DRAP の目的から、一般のパイロットにも運用評価の対象を拡大していった。

表 3 運用評価実施概要

会社名	評価開始年	PC設置場所	DRAP 対応機種
JALI	2000	羽田,成田他	B777, B767, B747, B747-400, B737
ANA	2001	羽田,伊丹他	B777, B767, B747, B747-400, A320, A321
JALJ	2001	羽田	B777, MD-90, A300-600
ANK	2003	羽田	B737, A320,

注) 評価は表記開始年より 2005 年まで継続的に実施した。対応機種は 2005 年現在であり、それぞれ開発の進捗に応じて随時評価を実施した。

表 4 運用評価主なコメント

- ・グラフや数値を見るよりもリアルである。
- ・スムーズなアニメーションで思った以上に効果的である。
- ・外視界表示の中の、グレアシールド及び天井の表示が効果的である。これらによって（グレアシールド及び天井パネルを表示しない場合に比べて）姿勢の変化がわかりやすくなる。
- ・画面のサイズを変更することで見え方がずいぶん違ってくる。外視界表示をなるべく大きくして使用するのがパイロットにとっては有用である。
- ・Engine and Flight Control 計器の表示パラメータは現状で十分である。
- ・接地点目標(外視界表示)や基準経路(3次元機体外部表示)は、自身の飛行レビューに役立つ。
- ・ND 上の精密推定風表示について、特に上下風の表示は、機体搭載装置でも全く表示がないため非常に役に立つ。
- ・DRAP ソフトウェアを自宅の PC にインストールしてデータ閲覧したくなる。
- ・アニメーションでの姿勢変化を何らかの方法で強調できないか。例えば、一般的な時歴グラフでは、縦軸及び横軸の縮尺を適切に設定することにより、運動が強調される。（著者注：DRAP は、飛行データ記録を忠実にアニメーション化するソフトウェアであり、内部でのデータ加工は極力避ける方針で作成している。また、姿勢や高度に定数を乗じて表示すると、位置や視界が全く異なってしまうため、このような強調法の採用は難しいと考えている。）

DRAP を用いた自身の飛行データの閲覧を希望するパイロットは、FOQA/DFOM 担当部署に(DHS)データを要求し、それを受け取った後に DRAP を用いてアニメーション閲覧を行った。DRAP のインストールされた PC はパイロットの自習ステーション等（例えば、羽田

空港や成田空港内)に設置(原則的に各社のPCを利用)された(図14)。DRAPが持つアニメーション機能は、運航解析や事故・インシデント解析にも利用可能と考えられるが、この運用評価ではDFOM/FOQA目的での使用に限定した。評価は、DRAPによるアニメーション表示の有効性や計器表示など実機表示ロジックとの相違、その他の不具合や改善提案等に関するコメントをE-mailや電話等により随時得る方法で実施した。

表3に各社で実施した運用評価の概要を、表4に運用評価で得た主なコメントをまとめた。各社のパイロットからはDRAPの有効性について高い評価を得ており、飛行データ解析プログラム担当者からも、運航現場での安全活動に大きく貢献することが期待でき、今後もDRAPを用いた活動を自社のプログラムに組み込んでいきたいとの評価を得た。プログラムの不具合や改善に関する提案も多く得られ、これらに適宜対応した結果が現在のDRAP Ver. 1.4である。

5. おわりに

日常運航データ DRAP Ver. 1.4 の完成とともに、我が国の大手航空会社の運航するほぼ全てのQAR装備機種の表示機能が整備された。これによって、各社にてほぼ全てのパイロットを対象としてDRAPを用いた安全活動を導入することが可能となった。我が国を含む世界の航空会社で実施されている飛行データ解析プログラムでは、主に日常運航における不安全事象の抽出・解析を対象としてきた。DRAPを用いて行われるパイロットの自己研鑽を目的とする安全活動は、飛行データ解析プログラムによる安全性への寄与をさらに強化することができる我が国独自の新手法であるといえる。このような活動は、DRAPのような技術基盤の整備のみならず、日常運航データの保護・管理、航空機からのデータの取り下ろしや解析等を含んだ各航空会社内での体制作りが不可欠となる。我が国の大手航空会社は世界に先駆けてこのような体制作りを実施しており、この土壌をベースとしてDRAP及びそれを用いた新たな安全活動が可能となった。

今後、飛行データ解析プログラムの法制化により、中小の航空会社や海外の航空会社にもこのような安全活動が広まって行くと考えられる。また、新たな応用先として、飛行訓練後のブリーフィングでの利用、路線資料(各空港の進入要領その他を解説)やより詳細な技術解析等が考えられる。

DRAPが今後もさらに発展・普及し、我が国の運航安全の一層の向上に寄与していくことを願い、本報告の結びとする。

謝辞

DRAPの開発においては、サンプル・データ及び機種仕様情報の提供や運用評価への参加等、日本航空乗員技術部DFOMグループ(現日本航空インターナショナル)、全日本空輸運航サポート室技術部(FOQA Program)、日本エアシステム運航技術部運用技術グループ(FOQA)(現日本航空ジャパン)及びエアニッポン運航本部FOQA室の皆様にご多大なご協力をいただいたことを付記し、ここに感謝申し上げます。また、DRAPへの基礎技術として利用した、DHSフォーマットや3次元地形描画プログラム、計器表示プログラム等を開発してきた航空宇宙技術研究所飛行システム研究センター(現宇宙航空研究開発機構)の諸兄に敬意を表します。

参考文献

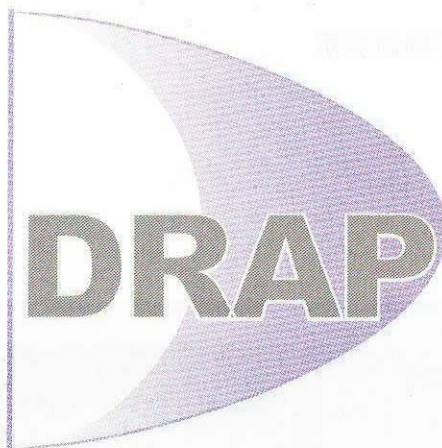
- 1) Anon., 飛行データ解析プログラムに関する調査・研究委員会報告書, 航空輸送技術研究センター(2004)
- 2) Curtis Graeber and Mike Moodi, Understanding Flight Crew Adherence to Procedures: The Procedural Event Analysis Tool (PEAT), Flight Safety Foundation/International Federation of Airworthiness International Air Safety Seminar, Capetown, South Africa, November 17-19 (1998)
- 3) 岡田典秋, 村岡浩治, 山本亮二, 一倉洋, DRAP用飛行データ再構築ツールDHS Converter, 第43回飛行機シンポジウム(2005)
- 4) 村岡浩治, 岡田典秋, 日常運航データ再生ツールDRAP, 画像ラボ2月号, p.23-26 (2003)

付録 A. DRAP Version 1.4 ユーザーズ・ガイド
付録 B. DRAP Version 1.4 リファレンス・マニュアル

DRAP
Ver.1.40
Data Review and Analysis Program
Users' Manual

日常運航データ再生ツール

取扱説明書



2004.7
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

目次

付録 A.

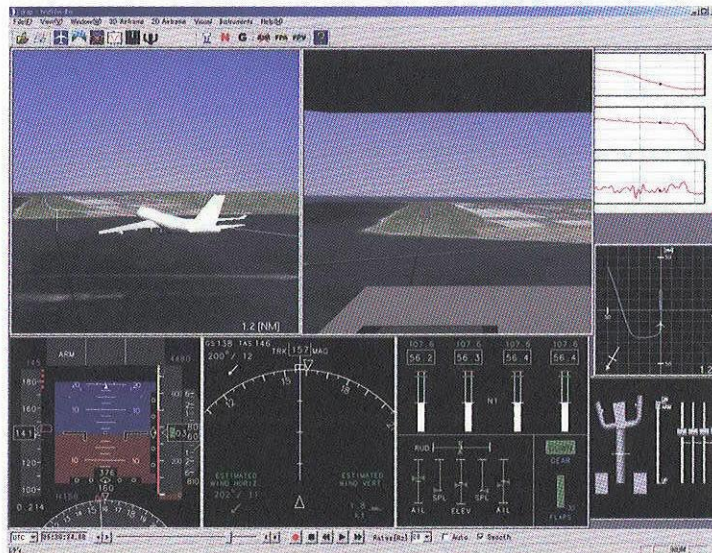
第1部 ユーザーズ・ガイド

1. はじめに	A-2
2. 動作環境	A-2
3. プログラムの実行	A-2
4. 各機能の詳細説明	A-6
4.1 DRAP メインウィンドウ	A-6
4.2 サマリ表示ウィンドウ	A-10
4.3 機体外部表示(3D Airframe)ウィンドウ	A-11
4.4 水平面内航跡表示(2D Airframe)ウィンドウ	A-16
4.5 外視界表示ウィンドウ	A-19
4.6 グラフ表示ウィンドウ	A-22
4.7 操縦入力表示ウィンドウ	A-24
4.8 計器表示ウィンドウ	A-26
4.9 録画機能	A-47

付録 B.

第2部 リファレンス・マニュアル

1. 飛行データ(DHS)ファイル	B-1
2. 飛行データの構築	B-1
3. アニメーション表示	B-1
3.1 スムージング機能 (飛行データとフレームレイト)	B-1
3.2 カメラ位置	B-3
3.3 機体概形表示および飛行軌跡表示	B-5
3.4 機体テクスチャ設定法	B-6
3.5 滑走路表示	B-9
3.6 地形表示	B-11
3.7 計器表示	B-11
4. 風推定機能	B-11



第 1 部 (付録 A.)

DRAP User's Guide

ユーザーズ・ガイド

1. はじめに

DRAP (Data Review and Analysis Program)は QAR (Quick Access Recorder)などの航空機搭載データ記録装置により取得された飛行データを、アニメーション表示するためのプログラムである。主な機能は以下の通りである。

■ コックピット視点および機体外部表示によるアニメーション

■ 日本国内 3 次元地形表示

■ 垂直及び水平方向の推定風向風速表示 (*B747-400 のみ)

対応機種は、B747-400, B777, B767, B747, B737, MD-90, A320, A321 である。

DRAP は、これまでに宇宙航空研究開発機構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、パイロット・インターフェイスなどに関する研究成果をもとに作成したソフトウェアである。今後も研究成果を反映し、機能拡張を実施する予定である。

注意

DRAP は、現実の飛行を忠実に再現するものではなく、用意された飛行データをアニメーション化するソフトウェアである。アニメーション化に当たっての前提条件は本マニュアルを、個々の飛行データについてはデータ変換担当者の注意事項を参照すること。

2. 動作環境

機種・OS

Windows NT 4.0 以上

Windows 2000

Windows XP (Home/Professional Edition)

3. プログラムの実行手順

プログラムを起動して飛行データをアニメーション表示するには、

- (1) プログラムの起動
- (2) 飛行データ・ファイル(DHS ファイル¹⁾ の読込
- (3) アニメーション表示

を行う (図 1)。この流れに沿って、以下に使用法を記述する。

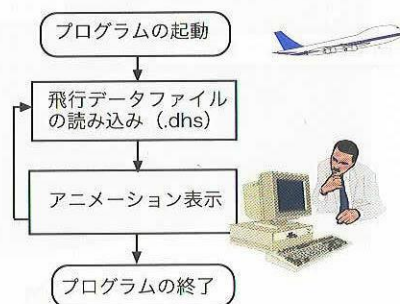


図 1 プログラムの起動

3.1 プログラムの起動

(起動法 1)

- (1) DRAP アイコンをダブルクリックし、DRAP を起動する。
- (2) 画面には、DRAP メイン・ウィンドウが表示される。

(起動法 2)

- (1) DHS ファイルをダブルクリックすると DRAP が起動される。
- (2) 当該 DHS ファイルが自動的に読み込まれた状態で DRAP メイン・ウィンドウが表示される。

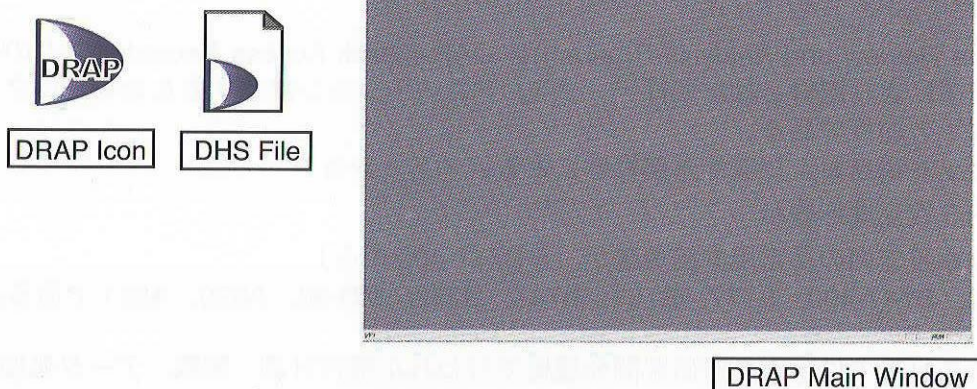


図 2 DRAP Main Window

3.2 DHS ファイルの読み込み

DRAP メイン・ウィンドウ"File"メニューより"Open..."を選択し、または、ツール・バーのファイル・オープンショートカットをクリックし、読み込む飛行(DHS)データ・ファイルを選択する。

- (1) DRAP Main ウィンドウ ツール・バーの File Open ショートカット・ボタンをクリックする。
- (2) DHS File 選択ウィンドウが開く。
- (3) DHS ファイルを選択し、"開く"ボタンをクリックする。
- (4) DHS ファイルが読み込まれ、サマリ（概要）が表示される。

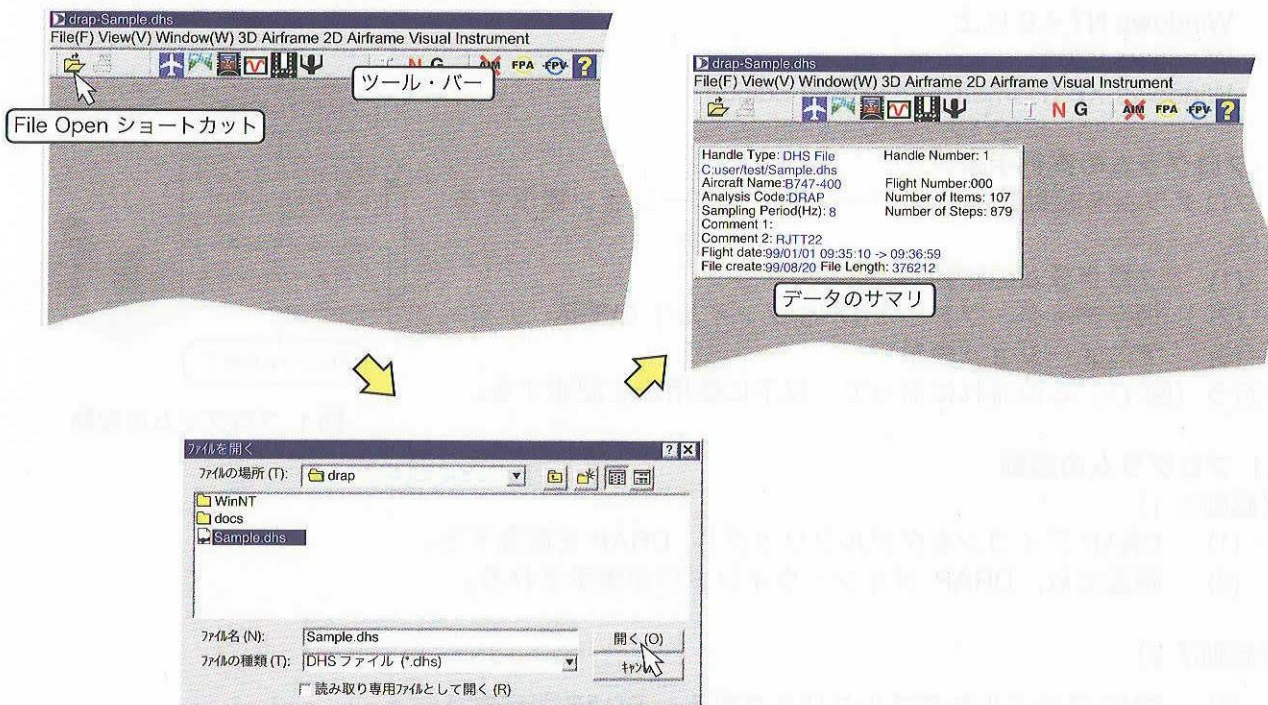


図 3 ファイルの選択

¹ DHS ファイル: DRAP で読み込み可能な飛行データ格納用ファイル形式。DHS: Data Handling System (リファレンス・マニュアル P.1 参照)

3.3 アニメーションの表示

DRAP メインウィンドウの"Window"メニュー（またはツール・バーのショートカットボタン）より表示するウィンドウを選択する。

アニメーション・コントロール・バーを用いてアニメーションを再生する。

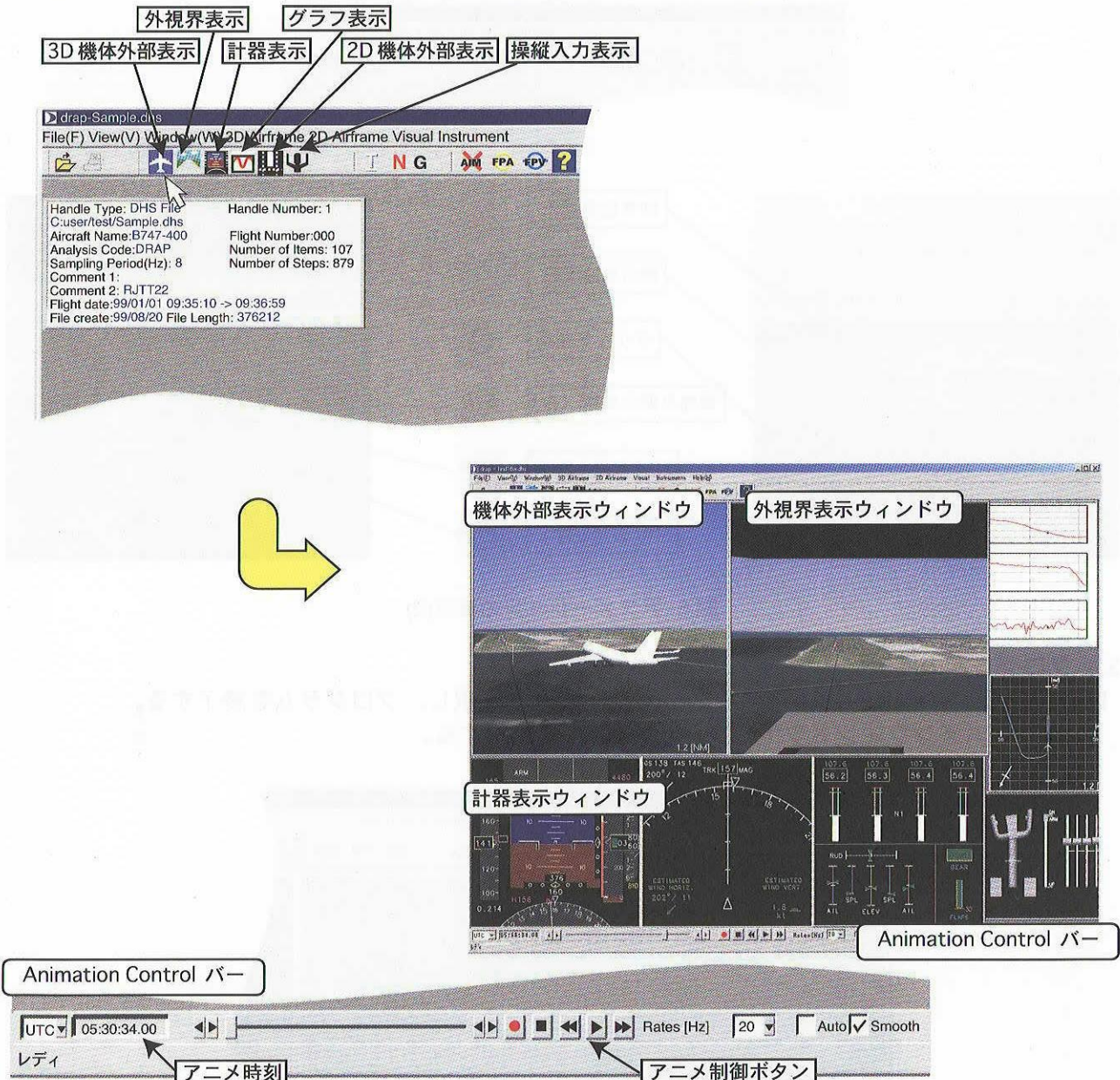


図 4 アニメーションの表示(1)

■アニメーション表示のオプションについて（抜粋）

ツール・バーのショートカットボタンにより、飛行軌跡(Sky Trace)、標準経路(Nominal Path)、接地目標点(Aiming Point)、FPA(Flight Path Angle)、FPV(Flight Path Vector)を表示することができます。これらおよびその他のオプションの詳細については第4章を参照のこと。

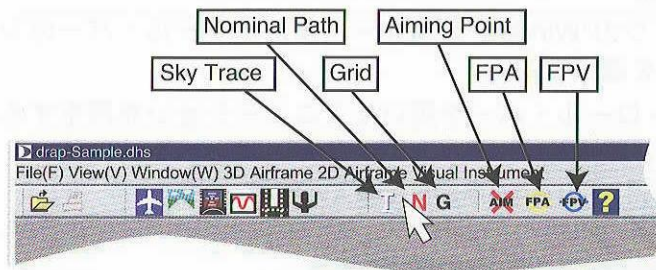


図5 アニメーションの表示(2)

3.4 プログラムの終了

DRAP メインウィンドウの"File"メニューより"Exit"を選択し、プログラムを終了する。

- (1)DRAP メインウィンドウ"File"メニュー"Exit"を選択する。
- (2)プログラムが終了する。

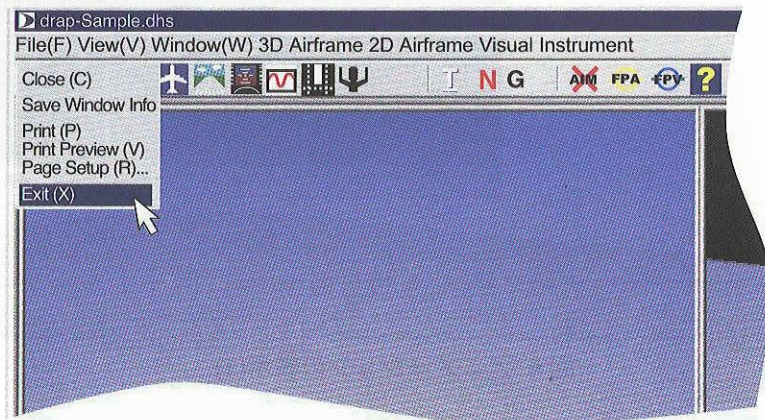
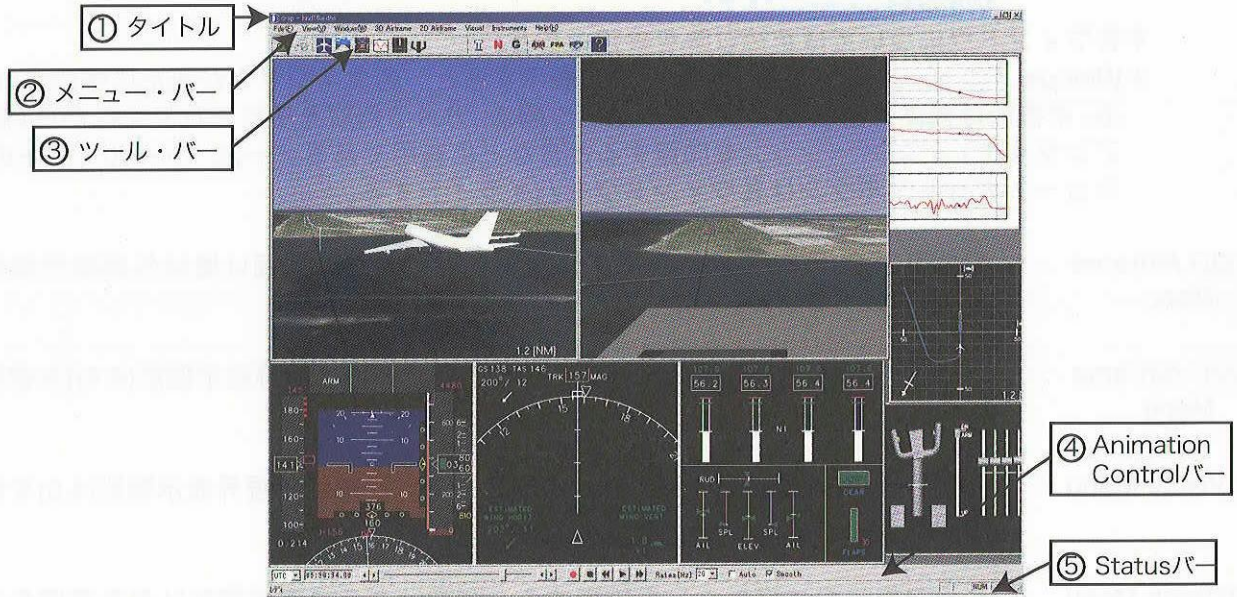


図6 プログラムの終了

4. 各機能の詳細説明

本章では DRAP の各機能の詳細について説明する。

4.1 DRAP メインウィンドウ



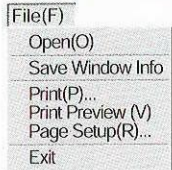
DRAP を起動すると表示されるウィンドウである。データファイルの選択及びアニメーション表示その他をコントロールするためのウィンドウである。

①タイトル

読み込んだ DHS ファイル名を表示する。

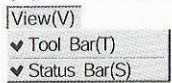
②メニュー・バー

(1) File Menu



- Open... 飛行データ・ファイル(DHS ファイル)を開く(閉じる)。(Close)
- Save Window Info 現在の Window 情報を保存する。次回以降、DHS ファイル読み込み時には、現在と同様のサイズ、位置および種類でウィンドウが表示される。
- Exit プログラムを終了する。

(2) View Menu



- Tool Bar ツール・バーを表示 (非表示に) する。
- Status Bar ステータス・バーを表示 (非表示に) する。

(3) Window Menu



- 3D Airframe Window 機体外部表示(Airframe)ウィンドウを表示する。
- 2D Airframe Window 水平面内航跡表示ウィンドウを表示する。
- Visual Window 外視界表示(Visual)ウィンドウを表示する。
- Graph Window グラフウィンドウを表示する。
- PFD Window PFD ウィンドウを表示する。
- ND Window ND ウィンドウを表示する。
- EICAS Window EICAS ウィンドウを表示する。
- Multi EFIS Window MULTI EFIS ウィンドウを表示する。
- IAS Window IAS ウィンドウを表示する。

















ALT Window	ALT ウィンドウを表示する。
VS Window	VS ウィンドウを表示する。
A/P Status Window	A/P ステータスウィンドウを表示する。
Control Inputs Window	操縦入力ウィンドウを表示する。

*各ウィンドウについては次節以降を参照のこと。

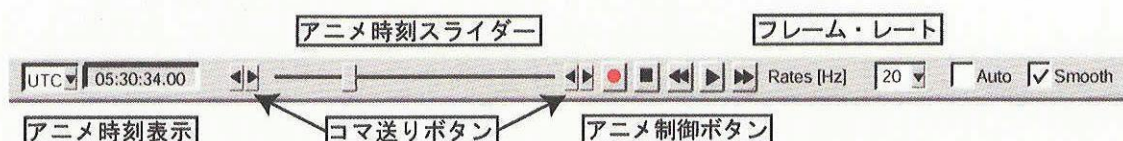
*Windowメニューを用いて各ウィンドウを表示すると、各ウィンドウが新たに生成される。本機能は機体外部表示ウィンドウを2つ開き、カメラ角度をそれぞれ変えながら(別アングルで)アニメーションを閲覧するときなどに有用である。一方、ツール・バーのショートカット・ボタンは各ウィンドウをハイライトする。

- | | |
|---------------------|---|
| (4)3D Airframe Menu | 機体外部表示(Airframe)のオプションを設定する。詳細は機体外部表示機能(4.3)を参照のこと。 |
| (5)2D Airframe Menu | 水平面内航跡表示のオプションを設定する。詳細は航跡表示機能(4.4)を参照のこと。 |
| (6)Visual Menu | 外視界表示(Visual)のオプションを設定する。詳細は外視界表示機能(4.5)を参照のこと。 |
| (7)Graph Menu | グラフ表示のオプションを設定する。詳細はグラフ表示機能(4.6)を参照のこと。 |
| (8)Instruments Menu | 計器表示(Instruments)のオプションを設定する。詳細は計器表示機能(4.7)を参照のこと。 |
| (9)Help Menu | Version...: バージョン情報を表示する。 |

③ ツール・バー (ショートカット)

-  (1) ファイル・オープン・ボタン
データファイルを開く。
-  (2) 印刷ボタン
印刷する (航跡表示のみ印刷可)。
-  (3) 機体外部表示(Airframe)ウィンドウ表示ボタン
機体外部表示ウィンドウを表示/ハイライトする。
-  (4) 外視界(Visual)ウィンドウ表示ボタン
外視界ウィンドウを表示/ハイライトする。
-  (5) 計器(Instruments)ウィンドウ表示ボタン
計器ウィンドウを表示/ハイライトする。
-  (6) グラフ(Graph)ウィンドウ表示ボタン
グラフウィンドウを表示/ハイライトする。
-  (7) 水平面内航跡表示(2D Airframe)ウィンドウ表示ボタン
水平面内航跡表示ウィンドウを表示/ハイライトする。
-  (8) 操縦入力(Control Inputs)ウィンドウ表示ボタン
操縦入力ウィンドウを表示/ハイライトする。
-  (9) 飛行軌跡(Sky Trace)表示ボタン
機体外部表示ウィンドウのSky Trace表示をOn/Offする。
-  (10) 標準経路(Nominal Path)表示ボタン
機体外部表示ウィンドウのNominal Path表示をOn/Offする。
-  (11) 接地目標点(Aiming Point)表示ボタン
外視界ウィンドウのAiming Point表示をOn/Offする。
-  (12) FPA(Flight Path Angle)表示ボタン
外視界ウィンドウのFPA表示をOn/Offする。
-  (13) FPV(Flight Path Vector)表示ボタン
外視界ウィンドウのFPV表示をOn/Offする。
-  (14) Help ボタン
Help (バージョン情報) を表示する。

④ アニメーション・コントロール・バー



(1) アニメ時刻表示

UTC: 飛行データ・ファイルに記録された時刻 (世界標準時) を表示する。

DHS: 飛行データ(DHS)ファイルの開始時刻を0[s]としたアニメ時刻を表示する






(2) アニメ時刻スライダー

読み込まれたデータの長さ (時間) に対する, 現在表示中のフレーム (アニメーションのコマ) 位置を相対的に表示する。

任意時刻への移動: スクロールボタンをドラッグする。

コマ送り : コマ送りボタンをクリックする。

(3) アニメ制御ボタン

	早戻し (再生中)	最大 10 倍速でアニメーションを逆再生する。
	再生・一時停止	アニメーションの再生及び一時停止を行う。
	早送り (再生中)	最大 10 倍速でアニメーションを再生する。
	停止	アニメーションを停止し、開始時刻にリセットする。
	録画	アニメーションの再生に合わせてメインウィンドウ内をキャプチャーし、AVI ファイルフォーマットの動画ファイルを生成する。

(4) フレーム・レート

xx Hz	ユーザが設定したフレーム・レート (1 秒間に描画するコマ数) で描画する。
Auto (Check Box)	リアルタイムで描画可能なフレーム・レートを自動的に選択し、描画する。
Smooth(Check Box)	アニメーションのスムージングを行う。

⑤ステータス・バー

マウス・ポインタの位置に応じてショートカット・ボタンの機能などを表示したり、DRAP のシステムメッセージを表示する。

4.2 サマリ表示ウィンドウ

読み込んだ（選択した）飛行データ(DHS)ファイルのサマリ（概要）を表示する。表示される内容は DHS ファイルのヘッダ部に記録されているものである。

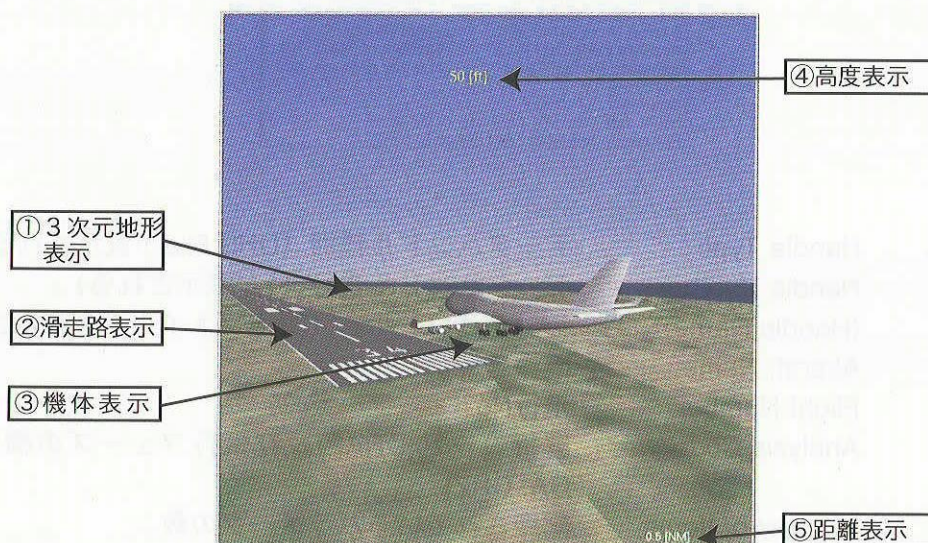
Handle Type: DHS File	Handle Number: 1
C:\user\test\Sample.dhs	
Aircraft Name: B747-400	Flight Number: 000
Analysis Code: DRAP, L/D	Number of Items: 107
Sampling Period(Hz): 8	Number of Steps: 879
Comment 1:	
Comment 2: RJTT22	
Flight date: 99/01/01 09:35:10 -> 09:36:59	
File create: 99/08/20 File Length: 376212	

フォーマット：	Handle Type	データハンドル種別（DHS Fileが表示される）
	Handle Number	データハンドル番号（1が表示される）
	(Handle Name)	データハンドル名（DHSファイル名が表示される）
	Aircraft Name	機種名
	Flight Number	飛行No.
	Analysis Code	解析コード(DRAP)及び飛行フェーズの種別(TO, LD, GA, CRZ)
	Number of Items	記録されているパラメータの数
	Sampling Period	データ記録（最大）周期[Hz]
	Number of Steps	記録されているデータの時系列配列数
	Comment1	データファイルに記録されているコメント
	Comment2	地点略号及び滑走路番号 ("GNRC"は、表示用汎用滑走路を表す。)
	Flight Date	飛行日時（年/月/日 データ記録開始時刻->終了時刻）
	File Create	データファイル作成日（年/月/日）
	File Length	ファイルサイズ（バイト数）



4.3 機体外部表示(3D Airframe)ウィンドウ

外部からみ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からのアニメーション(Chase Mode)と、地球座標上に固定した視点からのアニメーション(Fix Mode)描画が可能である。



① 3次元地形表示

日本国内における飛行を表示する場合には、国土地理院の250mメッシュ数値地図データをもとに3次元地形が描画される。緑色が地表面、青色が海面である。日本国以外での飛行を表示する場合には平らな地表面が描画される。

② 滑走路表示

日本国内の飛行場その他あらかじめデータベースとして用意された飛行場(滑走路データ・ファイル)への進入飛行を表示する場合には、特定飛行場の諸元を持つ滑走路が表示される。それ以外の飛行場の場合には汎用滑走路として、60 x 3000 mの滑走路が表示される。

③ 機体表示

機体概形が表示される。ある時刻における位置および姿勢は、胴体中心線上25%MACを基準として表示される。リファレンス・マニュアルP.4参照。

④ 高度表示

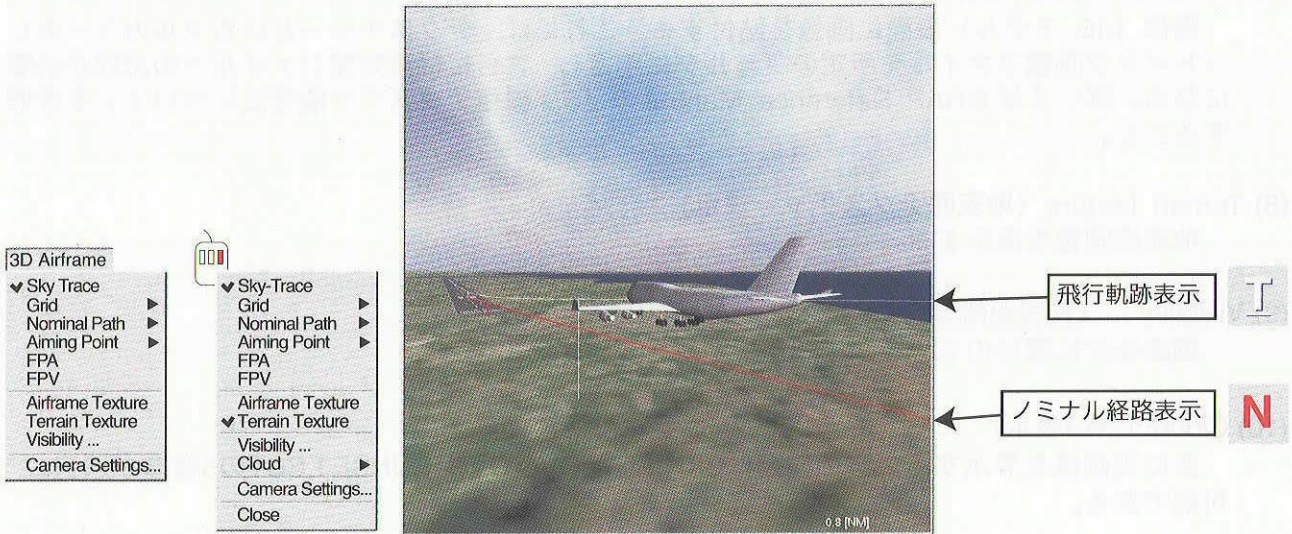
電波高度50, 30, 20, 10 [ft]通過時に電波高度計データを表示する。なお、地上(主脚シザー・スイッチON)においては"On Ground"を表示する。

⑤ 距離表示

接地点までの距離(NM)を表示する。表示される距離は飛行経路に沿った三次元空間上の"道のり"であり、直線距離とは異なる。距離の計算は、水平面のみでなく高度方向も考慮に入れている。

4.3.1 機体外部表示オプション

機体外部表示オプションは、3D Airframe メニューをドラッグあるいは、3D Airframe ウィンドウ上でマウスを右クリックして選択する。飛行軌跡(Sky Trace)および標準経路(Nominal Path)表示についてはツール・バー上のショートカット・ボタンも利用可能である。



(1) Sky Trace (飛行軌跡表示)

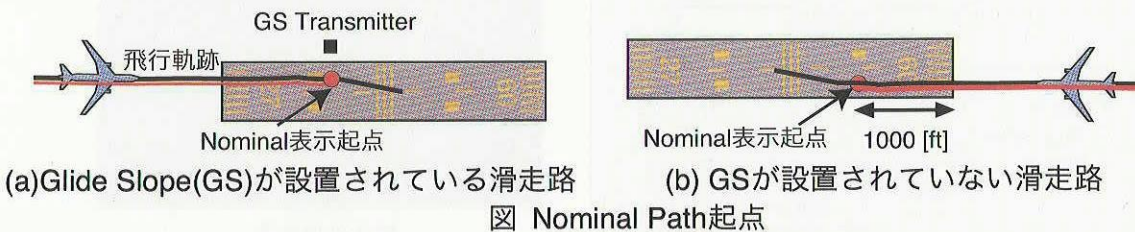
航空機の飛行軌跡を白線で表示する。10[s]間隔(飛行データ)で垂直補助線を表示している。

(2) Grid (グリッド表示)

Runway Thresholdを基点にグリッド線を表示する。グリッド線の間隔を0.1NM, 0.5NM, 1.0NM, 1.5NMまたは2.0NMから選択できる。

(3) Nominal Path (標準経路表示)

水平面内の飛行経路に沿って標準(基準)経路を表示する。3deg, 2.75degまたは2.5degの基準経路を選択することができる。なお、ショートカット・ボタンで表示をONにした場合には、3degの基準経路が表示される。標準経路の起点は、下図のように設定している。



(4) Aiming Point (接地目標点表示)

現在の機体の(重心)位置から(地面に対して)3deg, 2.75degまたは2.5degの直線が地表面とぶつかった点に赤の×印を表示する。

(5) FPA(Flight Path Angle表示)

機体の(重心)位置を起点とし、現在のフライト・パス角方向の直線が地表面とぶつかった点に黄色の○印を表示する。

(6) FPV (Flight Path Vector表示)

機体の(重心)位置を起点とし、現在のフライト・パス角方向(ベクトル)を青色の○印で表示する。

(7) Airframe Texture (機体テクスチャー表示)

機体(3Dモデル)表面に画像を貼付する。これには、テクスチャーとなるフルカラーのビットマップ画像ファイルを所定のフォルダに用意し、さらに機体定義ファイルへの記述が必要になる。詳しくはDRAP Reference Manualの「3.4 機体テクスチャ設定法について」を参照すること。

(8) Terrain Texture (地表面テクスチャー表示)

地表面画像を表示する。

(9) Visibility ... (視程距離変更)

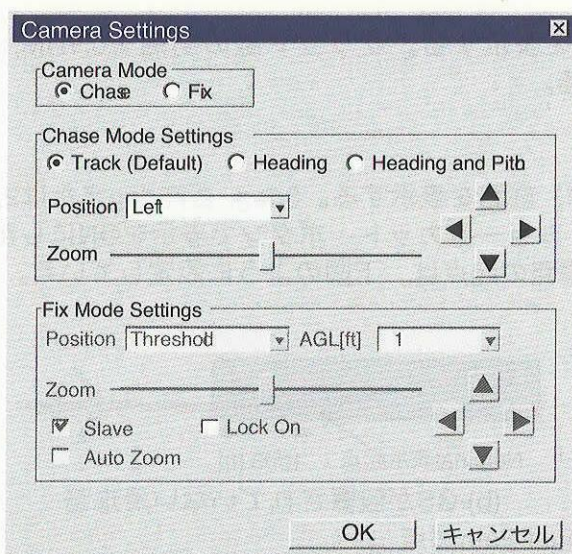
画面全体に霧状のもやをかけ、視程距離を変更する。

(10) Cloud (雲の表示)

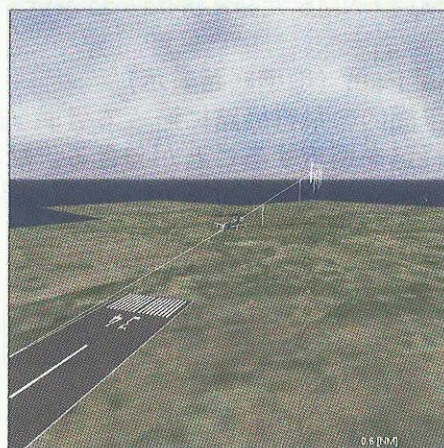
空に雲画像を表示する。雲の種類はBKN,FEW,OVC,OVC_SUNSET,SCTの5種類が選択可能である。

(11) Camera Settings (カメラ設定パネル)

Airframeメニュー"Camera Settings..."を選択し、カメラ設定パネルを開く。本パネル上でカメラのモード、位置、その他を設定する。カメラのモードはラジオボタンによりChase ModeまたはFix Modeを選択する。



カメラ設定パネル



機体外部表示
(Fix Camera Mode)

A. Chase Mode

機体から一定の距離を保って飛行するカメラからの表示モードである。

(1) 追尾モード選択スイッチ (Track, Heading, Heading and Pitch)

カメラの追尾方法を選択する。

Track	カメラのピッチ角は水平のまま、機体の飛行トラック方向を保ちながら追尾する。
Heading	カメラのピッチ角は水平のまま、機首方向を保ちながら追尾する。
Heading and Pitch	機体の姿勢にあわせカメラのピッチ角を変更し、機首方向を保ちながら追尾する。

(2) Position

カメラの位置を選択する。ある時刻における機体の対地速度ベクトル軸を基準に前方、後方、左または右のカメラ位置を選択することができる。

(3) 矢印スイッチ

カメラの位置を微調整する。カメラは常に機体の基準位置（胴体中心線上25%MAC位置）の方向に向けられる。

(4) Zoomスクロールバー

カメラのズームを変更する。

B. Fix Mode

地球座標上に固定されたカメラからの表示モードである。

(1) Position

固定カメラの水平位置を選択する。滑走路を基準にThreshold, Runway End, 滑走路左方, 滑走路右方, 接地点上空および最終進入経路位置（Threshold手前約10km位置）のなかからカメラ位置を選択することができる。

(2) AGL

固定カメラの設置高度をメニュー形式あるいは手入力で選択する。基準高度(0 ft)は滑走路高度である。

(3) Slave

On	機体が常にウィンドウ中央に位置するよう自動的にカメラの向きが調整される。
Off	カメラの向きはユーザ設定値に固定される。

(4) 矢印スイッチ

Slave Offの場合のみ表示される。固定カメラの向きを変更する。

(5) Auto Zoom

On	ウィンドウの大きさに対する機体の大きさが常に同程度になるようにZoom値を自動的に調整する。
Off	Zoom値は(Zoomスライダで設定した)固定値となる。

(6) Zoomスライダ

Auto Zoom時	ウィンドウの大きさに対する機体の大きさを調整する。
Auto Zoomなし	Zoom値を設定する。

(7) Lock On

On	機体上に半透明の円が表示される。
----	------------------

(12) Close

ウィンドウを閉じる。

4.3.2 マウスによる視点変更

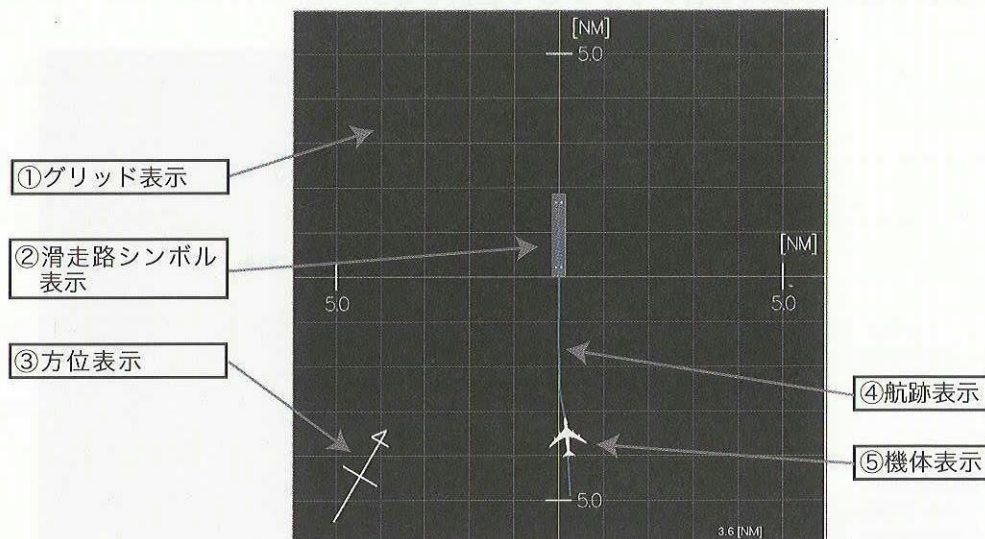
機体外部表示ではマウスによる視点変更が可能である。ウィンドウ移動との識別をするため、視点変更はキーボードのコントロール(Ctrl)キーを押しながら、マウスの左および右ボタンをドラッグすることにより行う。

表 カメラのモードによる視点移動方法

モード設定	マウス操作		カメラの動作
Chase Mode	左ボタン	上下	カメラの高度を変更
		左右	機体に向けるカメラの水平位置と方位の変更
	右ボタン	上下	機体までのカメラの距離を変更
		左右	変更なし
Fix Mode	左ボタン	上下	カメラの高度を変更
		左右	機体に対して左右へ移動(SlaveがOFF時のみ)
	右ボタン	上下	機体までのカメラの距離を変更(SlaveがOFF時のみ)
		左右	変更なし

4.4 水平面内航跡航跡表示(2D Airframe)ウィンドウ

Runway threshold を基点に航跡と機体の現在位置を表示する。



①グリッド表示

滑走路座標上にグリッド線を表示する。グリッドの間隔はNM単位である。

②滑走路シンボル表示

視認性を良くするため、滑走路の幅を実寸の10倍に拡大した滑走路のシンボルを表示する。(滑走路長は実寸のスケールである)

③方位表示

滑走路に対し地球座標の東西南北の方角を表示する。

④航跡表示

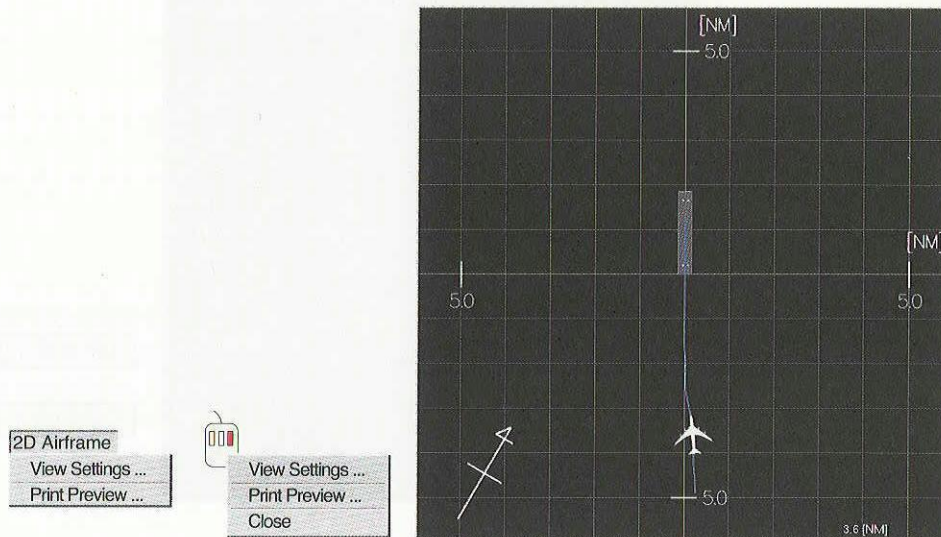
航跡を表示する。

⑤機体表示

航跡上の現在位置に、視認性を良くするため縦横のスケールを拡大した機体のシンボルを表示する。シンボルの機首部分が指す座標が機体位置を示している。

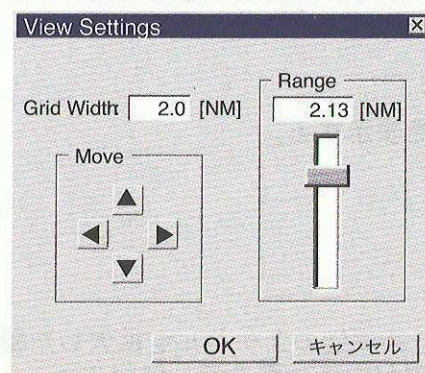
4.4.1 水平面内航跡航跡表示オプション

水平面内航跡航跡表示オプションは、2D Airframe メニューをドラッグあるいは、水平面内航跡航跡表示ウィンドウ上でマウスを右クリックして選択する。

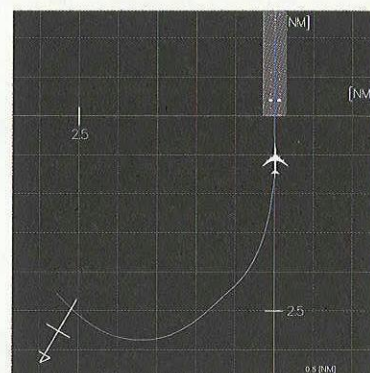


(1) View Settings (表示領域変更パネル)

2D Airframeメニュー”View Settings...”を選択し、表示領域変更パネルを開く。本パネル上でグリッド間隔、表示範囲、位置を設定する。



表示領域変更パネル

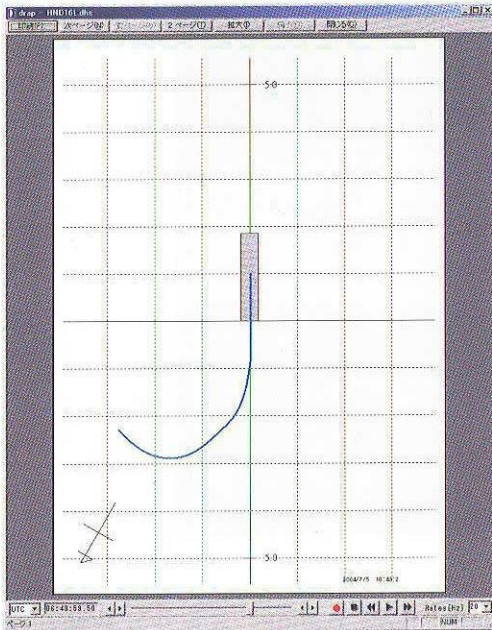


航跡表示
(表示位置と範囲を変更)

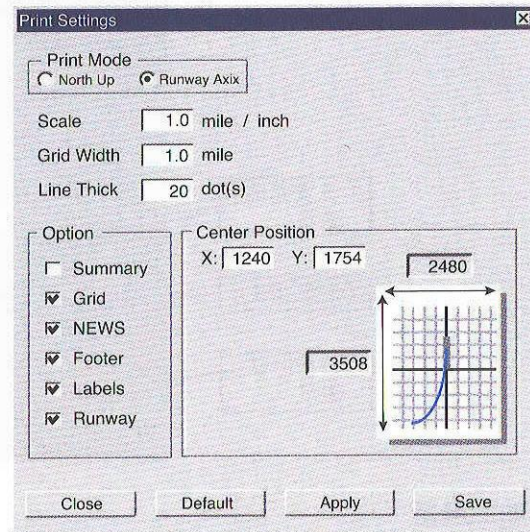
- Grid Width グリッド幅を変更する。グリッドの線の間隔をNM単位で入力する。表示領域は変更されない。
- Move 表示位置を変更する。上下左右のボタンを1回押下することに表示領域を1NM移動する。
- Range 表示範囲を変更する。スライダーで変更できる倍率は2倍～1/4倍である。

(2) Print Preview ... (印刷確認画面)

印刷確認画面を表示し、同時に印刷オプションパネルも表示する。



印刷確認画面



印刷オプションパネル

- Print Mode 印刷用紙の向きに対して、滑走路座標(Runway Axis)と地球座標(North Up)のどちらを使用して印刷するかを選択する。
- Scale 印刷用紙の1インチ内に印刷するマイル数を指定する。
- Grid Width グリッド線の間隔をマイルで指定する。
- Line Thick 航跡の線の太さをドットで指定する。
- Option 印刷に含める項目を指定する。
 - Summary DHSファイルの概要 (サマリ) 表示
 - Grid グリッド線表示
 - NEWS 方位を示す矢印表示
 - Footer フッター (印刷日時) 表示
 - Labels 目盛表示
 - Runway 滑走路シンボル表示
- Center Position Runway Threshold (滑走路座標の原点) を印刷用紙の左上座標からの位置に移動するかを指定する。デフォルトでは用紙の中心になるように設定される。

- Defaultボタン デフォルトの状態 (Saveボタンを押して状態を保存してある場合は前回保存した状態) に戻す。
- Applyボタン 変更した設定を反映して、印刷確認画面を再描画する。
- Saveボタン 変更した印刷機能を保存する。

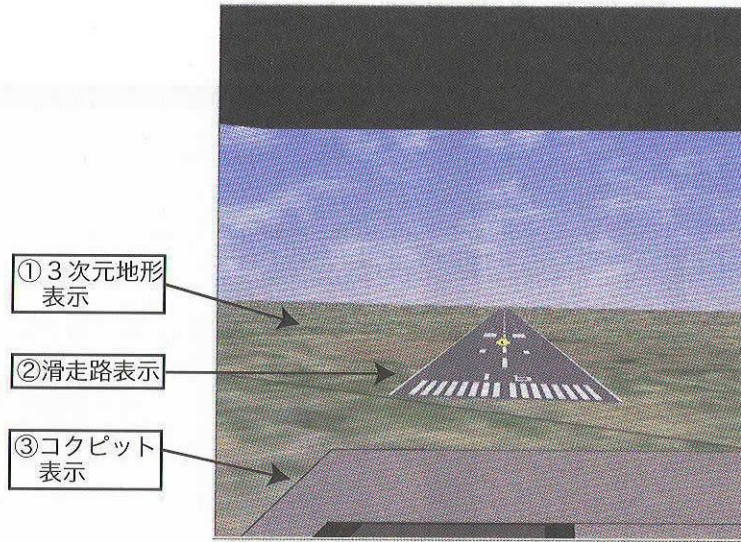
(3) Close

ウィンドウを閉じる



4.5 外視界表示(Visual)ウィンドウ

コックピット視点からの外視界を表示する。



① 3次元地形表示

日本国内における飛行を表示する場合には、国土地理院の250mメッシュ数値地図データをもとに3次元地形が描画される。緑色が地表面、青色が海面である。日本国以外での飛行を表示する場合には平らな地表面が描画される。

② 滑走路表示

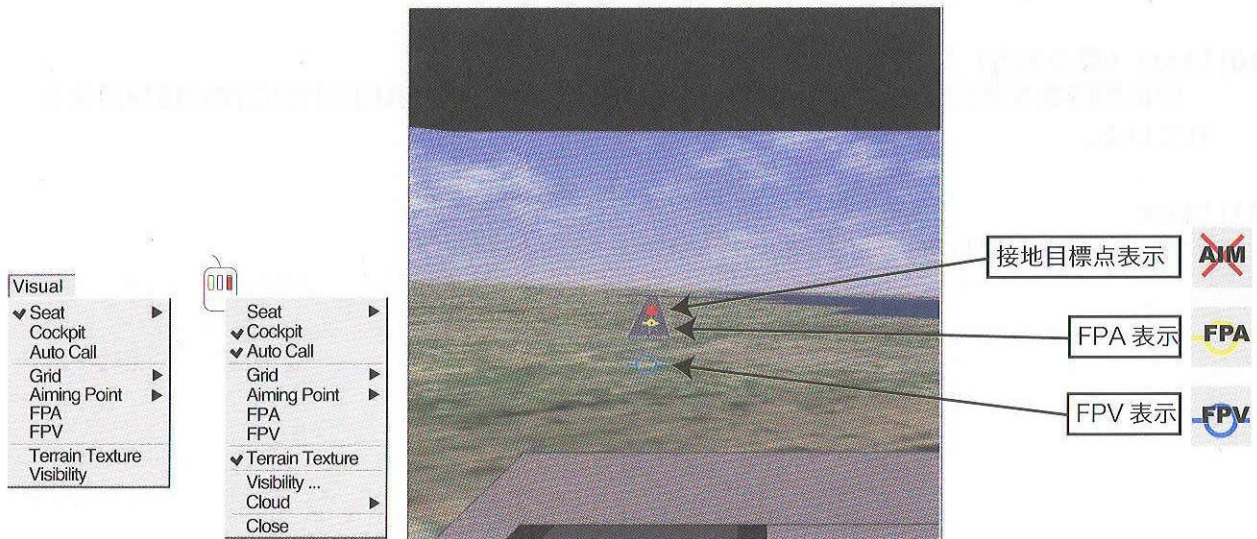
日本国内の飛行場その他あらかじめデータベースとして用意された飛行場（滑走路データ・ファイル）への進入飛行を表示する場合には、特定飛行場の諸元を持つ滑走路が表示される。それ以外の飛行場の場合には汎用滑走路として、60 x 3000 mの滑走路が表示される。

③ コックピット表示

コックピット（天井およびグレアシールド）が表示される。

4.5.1 外視界表示オプション

外視界表示オプションは、Visual メニューあるいは、Visual ウィンドウ上でマウスを右クリックして選択する。接地目標点(Aiming Point)および FPA(Flight Path Angle)および FPV(Flight Path Vector)表示についてはショートカット・ボタンも利用可能である。



(1) Seat

Left Seat :左座席視点からの外視界を表示する。
Right Seat :右座席視点からの外視界を表示する。

(2) Cockpit (コックピット表示/非表示)

グレアシールドおよび天井部の表示を On/Off する。視点位置は変化しない。

(3) Auto Call (高度自動称呼機能)

電波高度 50,30,20,10ft において高度称呼の音声が発生する。

(4) Grid (グリッド表示)

滑走路座標系にグリッド線を表示する。グリッド線の間隔を0.1NM, 0.5NM, 1.0NM, 1.5NM または2.0NMから選択できる。

(5) Aiming Point (接地目標点表示)

現在の機体の(重心)位置から(地面に対して)3deg, 2.75degまたは2.5degの直線が地表面とぶつかった点に赤の×印を表示する。

(6) FPA (Flight Path Angle表示)

機体の(重心)位置を起点とし、現在のフライト・パス角方向の直線が地表面とぶつかった点に黄色の○印を表示する。

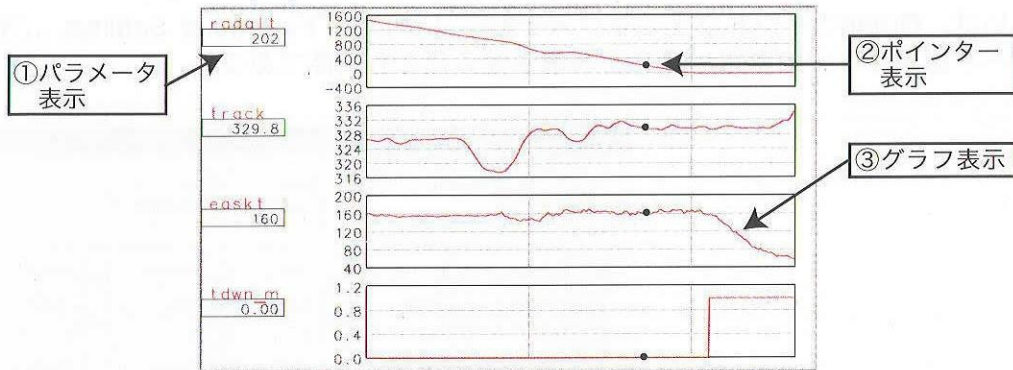
(7) FPV (Flight Path Vector表示)

コックピット視点を起点とし、現在のフライト・パス角方向(ベクトル)を青色の○印で表示する。

- (8) Terrain Texture (地表面テクスチャ表示)
地表面画像を表示する。
- (9) Visibility ... (視程距離変更)
画面全体に霧状のもやをかけ、視程距離を変更する。
- (10) Cloud (雲の表示)
空に雲画像を表示する。雲の種類はBKN,FEW,OVC,OVC_SUNSET,SCTの5種類用意されている。
- (11) Close
ウィンドウを閉じる。

4.6 グラフ表示ウィンドウ

DHS ファイルに格納されている個々のパラメータをグラフ表示する。1 ウィンドウに 20 チャンネルのパラメータを表示可能である。



①パラメータ表示

DHSファイルに格納されているパラメータ名とその現在値（アニメーションのある時点での値）を表示する。

②ポインター表示

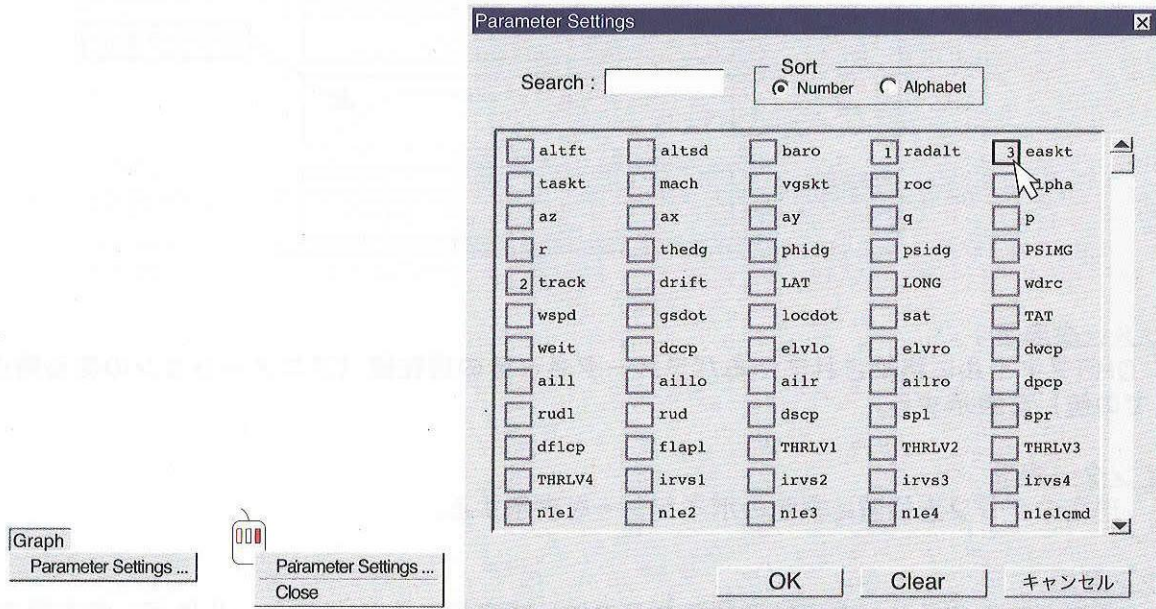
現在のグラフ上位置に黒色のポインターを表示する。

③グラフ表示

選択されたパラメータを時系列のグラフにして表示する。Y軸スケールはデータの最大、最小値により自動調整され、X（時刻）軸スケールは60秒ごとである。

4.6.1 パラメータ選択法

グラフ表示するパラメータの選択および変更は、パラメータ選択ダイアログボックスで行う。1チャンネル(1つのグラフ)に複数のパラメータを同時にプロットすることも可能である。新たに Graphウィンドウを開くと、同時にパラメータ選択ダイアログボックスが表示される。Graphメニューあるいは、Graphウィンドウ上でマウスを右クリックし、"Parameter Settings ..."を選択して、パラメータ選択ダイアログボックスを表示させることも可能である。



(1) パラメータチャンネル設定

チャンネル番号の指定は、パラメータ名左横のボックスをマウスでクリックすることにより可能である。ボックス近くにマウスカーソルを移動させ、マウスの左ボタンをクリックすると、番号が1つ増加し、右クリックすると、1つ減少する。有効なチャンネル番号は1~20である。

なお、同チャンネルに複数のパラメータを表示させるには、同じチャンネル番号を指定する。

Clearボタンをクリックすると、指定された全てのチャンネル番号がクリアされる。

(2) Search

パラメータ名を検索し発見した場合、パラメータ名を先頭行に表示するよう枠内を自動的にスライドさせる。存在しない場合は、その旨のメッセージを表示する。

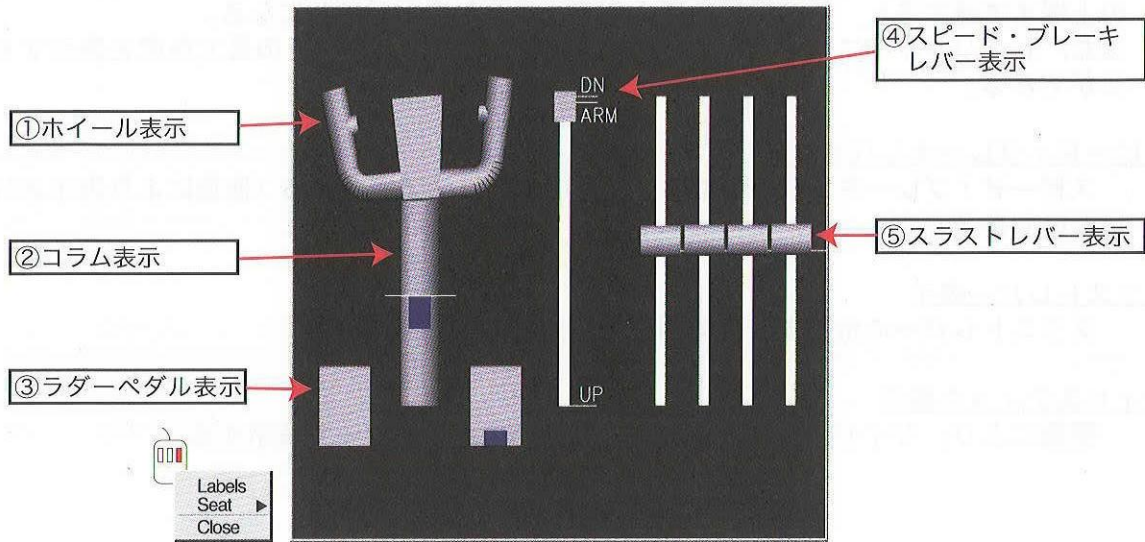
(3) Sort

パラメータ名を並べる順序を変更する。

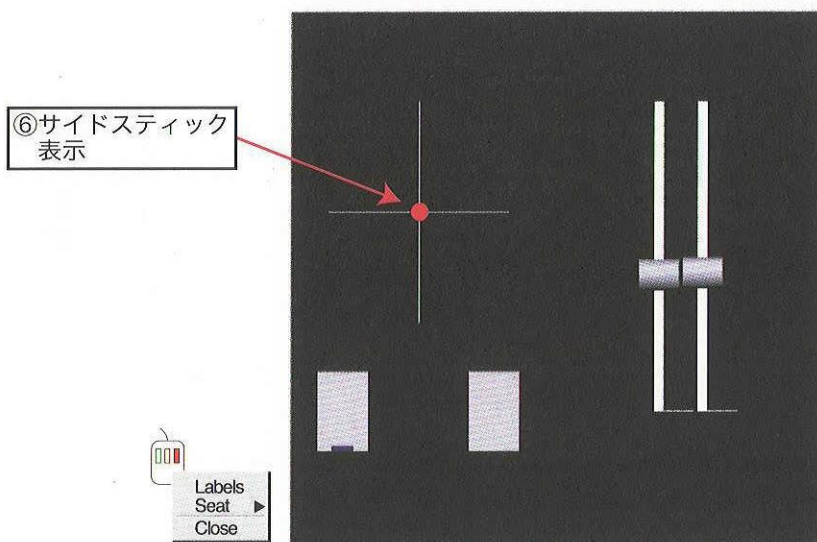
Number	DHSファイルの格納順
Alphabet	パラメータ名のアルファベット順

4.7 操縦入力表示(Control Inputs)ウィンドウ

操縦入力の表示を行う。コラム・ホイール機用とサイドスティック機用の表示がある。



コラム・ホイール表示



サイドスティック表示

①ホイール表示

ホイールを実角で回転させ表示する。

②コラム表示

コラムを表示する。

パイロットの前方および後方に傾けた角度は、コラムの中心から赤または青の帯により表され、その帯がコラムの先端まで達すると、その機種の最大角度まで傾けたことになる。

なお、最大角度は右クリックメニューの"Labels"を選択することにより、表示することが可能である。

③ラダーペダル表示

ラダーペダルを表示する。

ペダルを踏み込んだ角度は、ペダルの下端から青の帯により表示され、その帯がペダルの上端まで達すると、その機種での最大角度まで踏み込んだことになる。

なお、右クリックメニューの"Labels"を選択することにより、その最大角度を表示することができる。

④スピード・ブレーキレバー表示

スピード・ブレーキレバーの位置を灰色のボックスで表示する（機種により表示されないものもある）。

⑤スラストレバー表示

スラストレバーの位置を灰色の円柱で表示する。

⑥サイドスティック表示

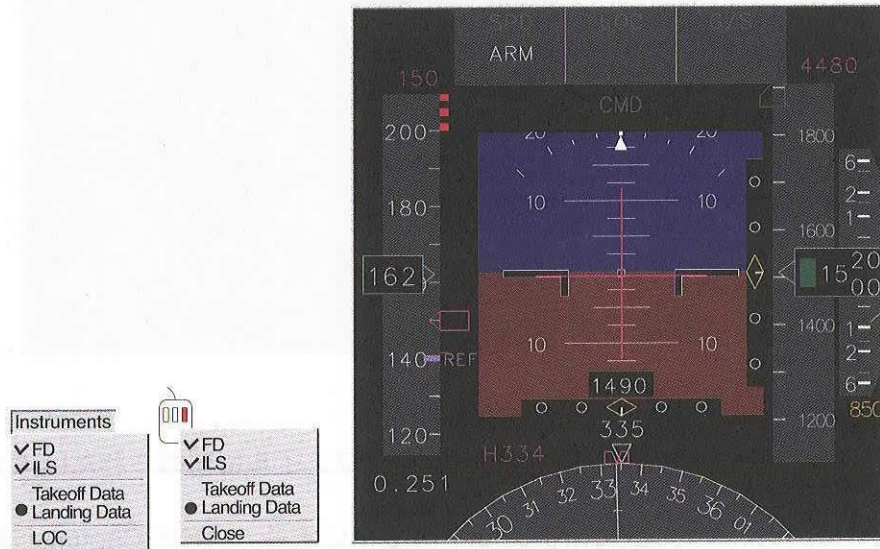
機種により、サイドスティックの角度を赤色のポインターで表示する。

4.8 計器表示(Instruments)機能

計器類を表示する。表示内容は B747-400, B777, B767, B747, B737, MD-90, A320 および A321 固有のものを模したものである。計器表示オプションは、Instruments メニューあるいは、各計器ウィンドウ上でマウスを右クリックして選択する。

4.8.1 B747-400 用計器ウィンドウ

(1) PFD ウィンドウ (B747-400)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

③ Takeoff Data / Landing Data

Takeoff Data

Speed IndicatorをTakeoff表示にする。（データファイルに値が存在する場合）V1, VR, V2が表示される。

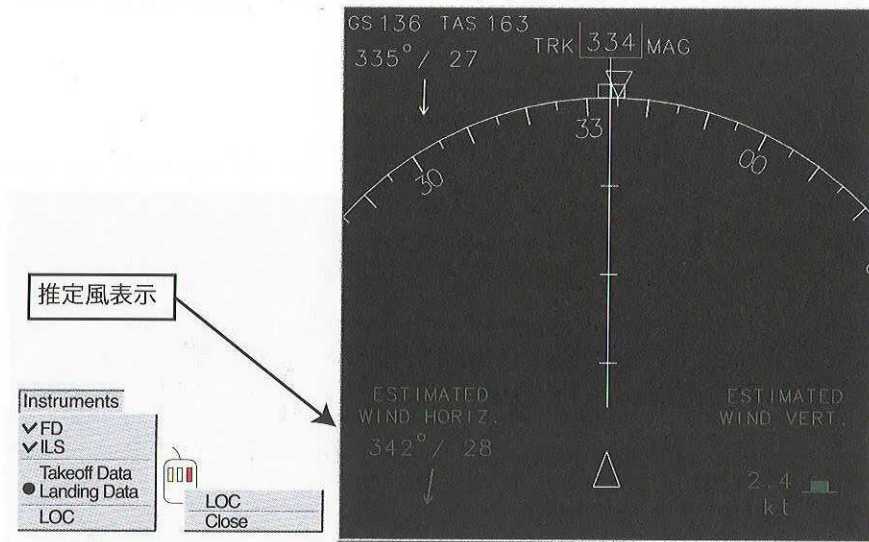
Landing Data

Speed IndicatorをLanding Flap表示にする。（データファイルに値が存在する場合）VREFが表示される。

④ Close

ウィンドウを閉じる。

(2) ND ウィンドウ (B747-400)



① LOC (LOC表示)

ON

LOC Indicator (データファイルに記録されたLOC Error値) を表示する。

OFF

LOC Indicatorを非表示にする。LOCをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC Indicatorは表示されない。

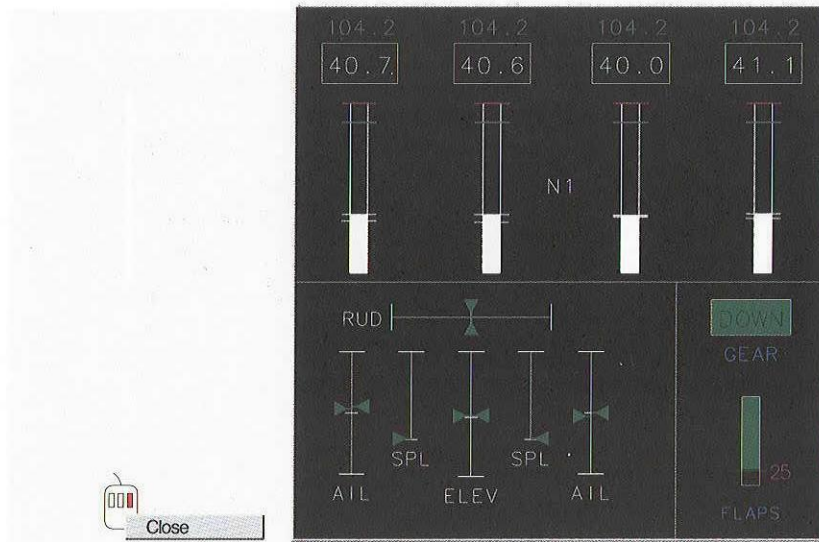
② 推定風表示

機体特性データに基づいて推定した、水平面内の風向風速及び上下方向の風速を表示する。

③ Close

ウィンドウを閉じる。

(3)EICAS ウィンドウ (B747-400)



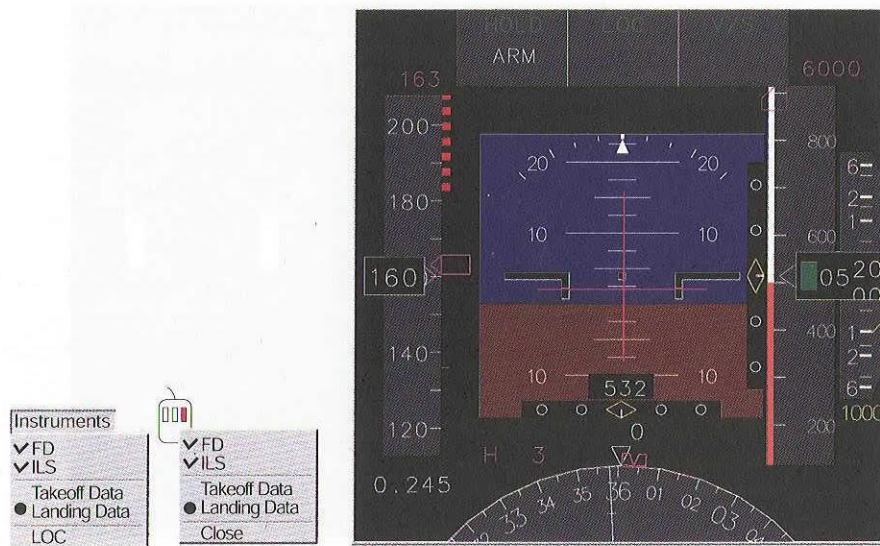
エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

ウィンドウを閉じる。

4.8.2 B777 用計器ウィンドウ

(1) PFD ウィンドウ (B777)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

③ Takeoff Data / Landing Data

Takeoff Data

Speed IndicatorをTakeoff表示にする。（データファイルに値が存在する場合）V1, VR, V2が表示される。

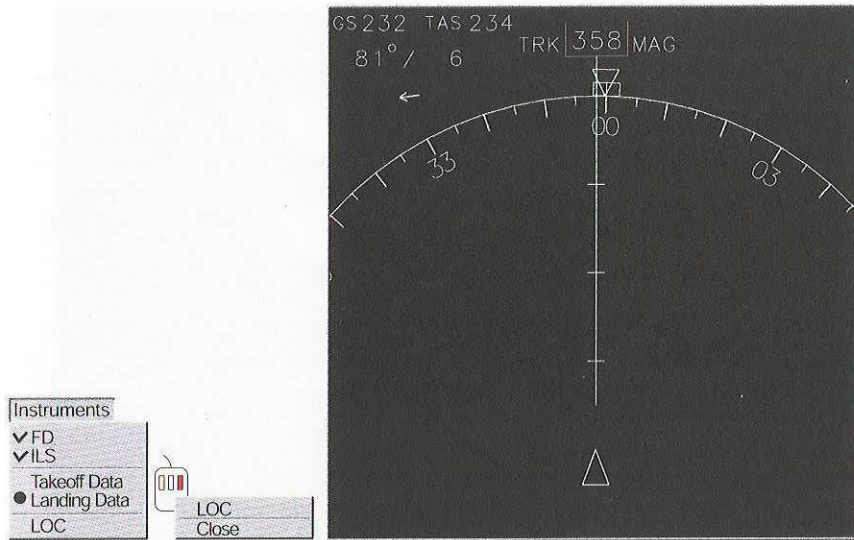
Landing Data

Speed IndicatorをLanding Flap表示にする。（データファイルに値が存在する場合）VREFが表示される。

④ Close

ウィンドウを閉じる。

(2) ND ウィンドウ (B777)



① LOC (LOC表示)

ON

LOC Indicator (データファイルに記録されたLOC Error値) を表示する。

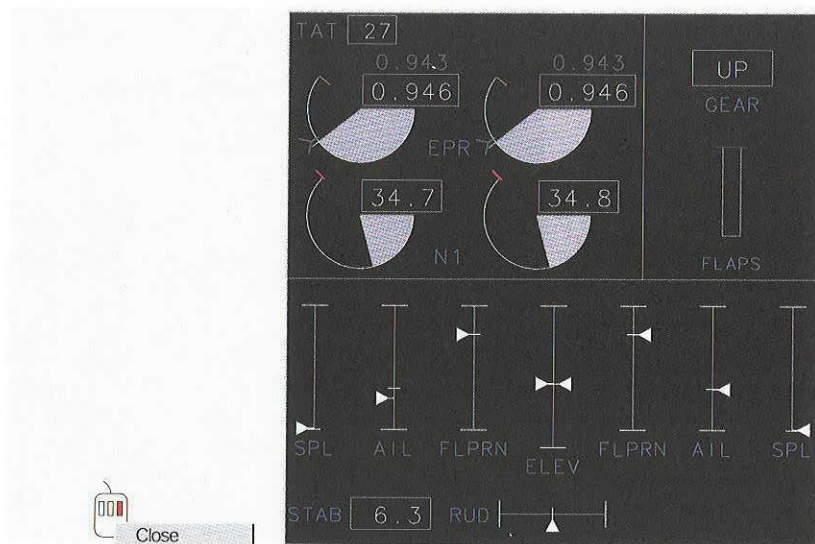
OFF

LOC Indicatorを非表示にする。LOCをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC Indicatorは表示されない。

② Close

ウィンドウを閉じる。

(3) EICAS ウィンドウ (B777)



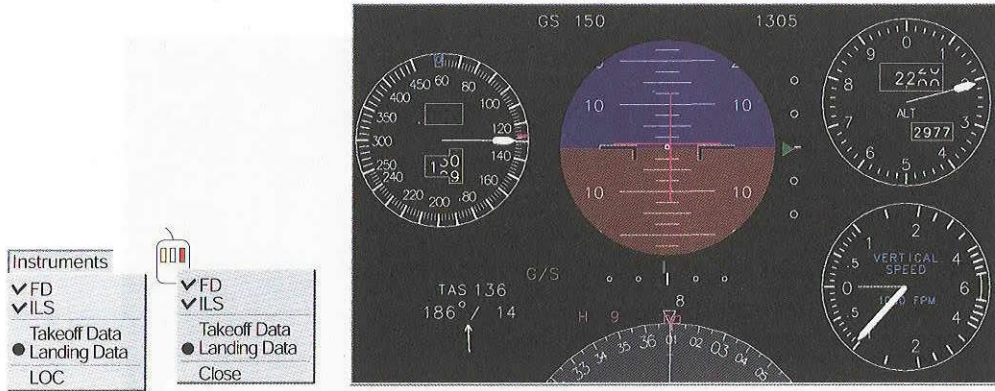
エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

ウィンドウを閉じる。

4.8.3 B767 用計器ウィンドウ

(1) MultiEFIS ウィンドウ (B767)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

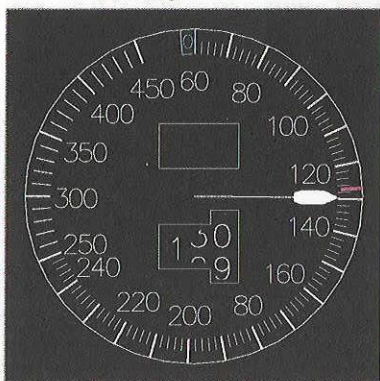
③ Takeoff Data / Landing Data

本機種では表示に変化はない。

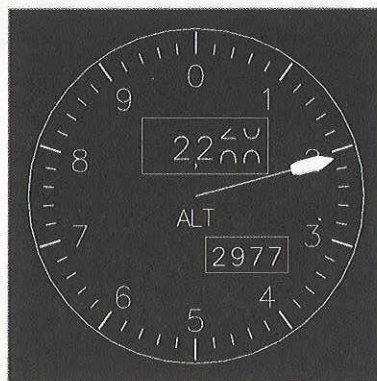
④ Close

ウィンドウを閉じる。

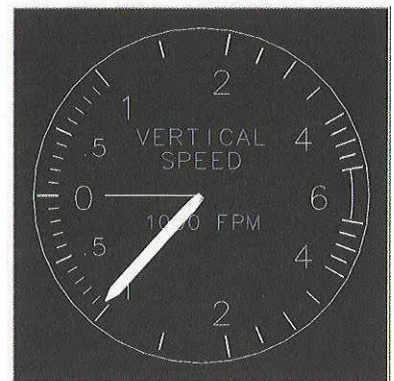
⑤ Windowメニューを用いてALT, IASおよびVS計器を別ウィンドウにて表示することができる。



IAS表示



ALT表示

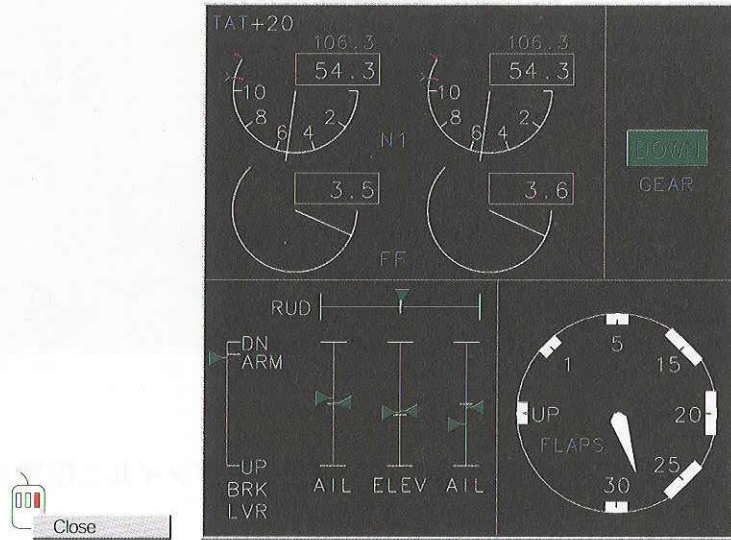


VS表示



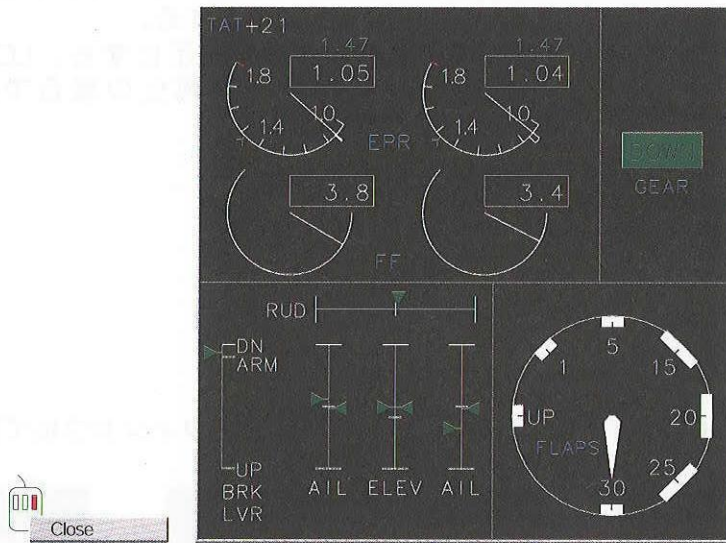
(2) EICAS ウィンドウ (B767)

A. General Electric エンジン装備機



エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

B. Plat and Whitney エンジン装備機

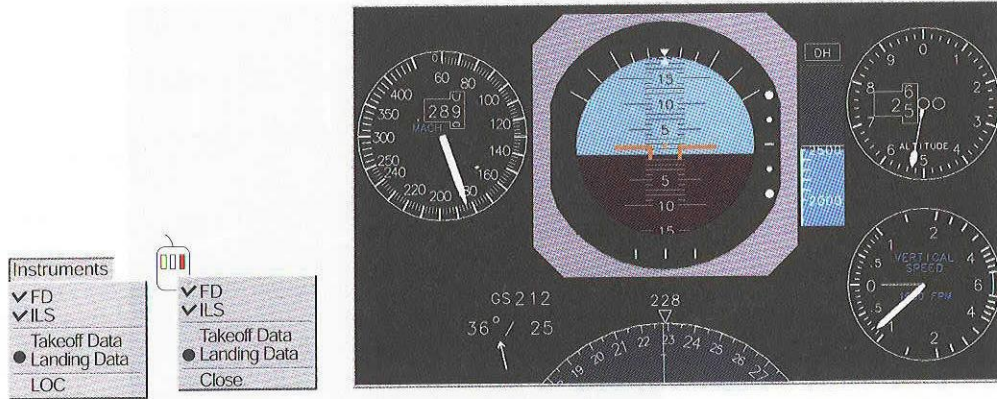


エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

- ① Close
ウィンドウを閉じる。

4.8.4 B747 用計器ウィンドウ

(1) MultiEFIS ウィンドウ (B747)



① FD (FD表示)

本機種では表示に変化はない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator (データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値) を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSを Capture した飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

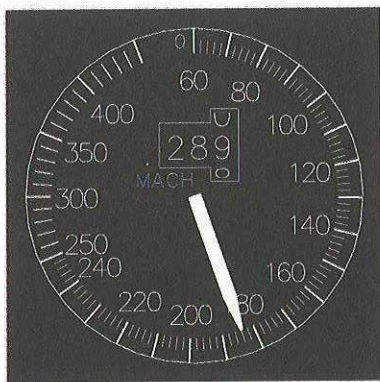
③ Takeoff Data / Landing Data

本機種では表示に変化はない。

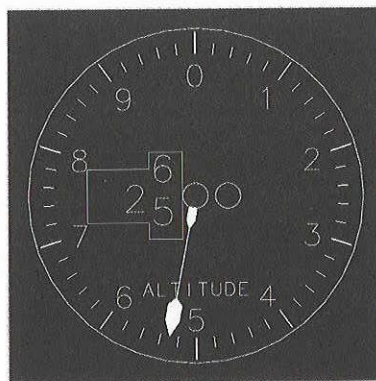
④ Close

ウィンドウを閉じる。

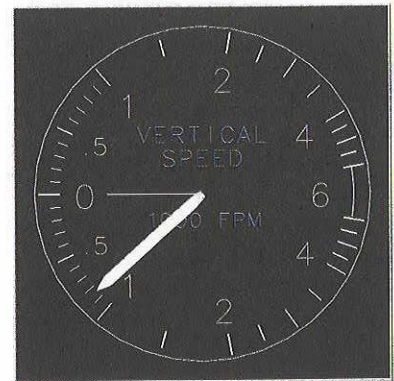
⑤ Windowメニューを用いてALT, IASおよびVS計器を別ウィンドウにて表示することができる。



IAS表示

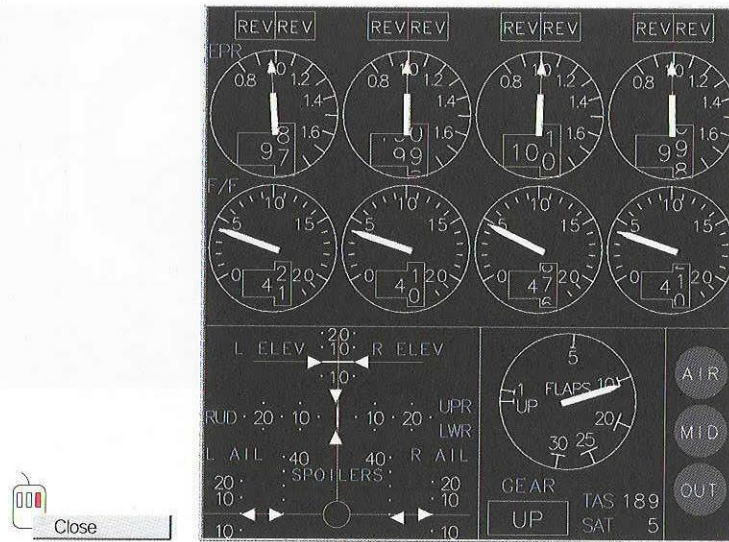


ALT表示



VS表示

(2)EICAS ウィンドウ (B747)

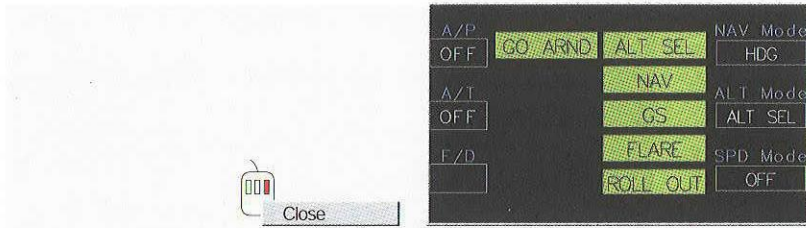


エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

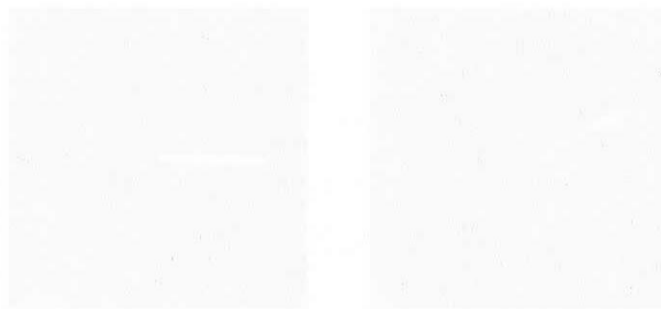
ウィンドウを閉じる。

(2)A/P Status ウィンドウ (B747)



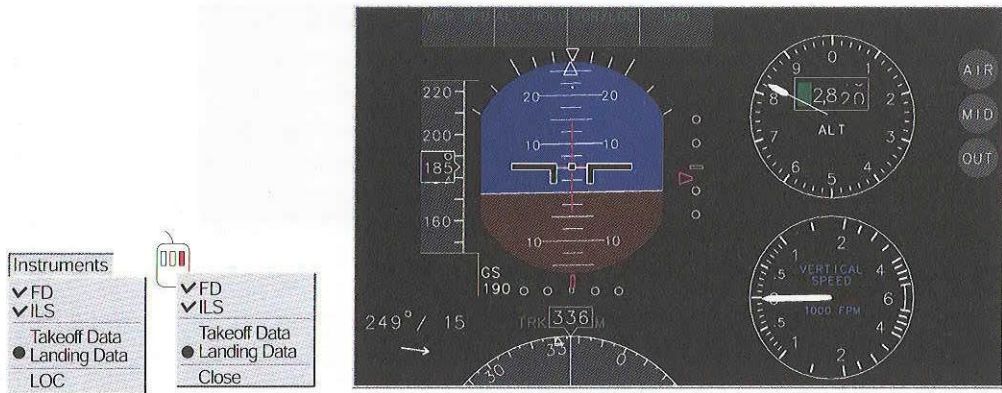
オートパイロットの状態を表示するウィンドウである。

- ① Close
ウィンドウを閉じる。



4.8.5 B737 用計器ウィンドウ

(1) MultiEFIS ウィンドウ (B737)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

③ Takeoff Data / Landing Data

Takeoff Data

Speed IndicatorをTakeoff表示にする。（データファイルに値が存在する場合）V1, VR, V2が表示される。

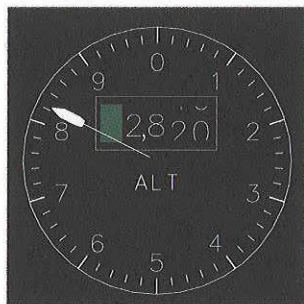
Landing Data

Speed IndicatorをLanding Flap表示にする。（データファイルに値が存在する場合）VREFが表示される。

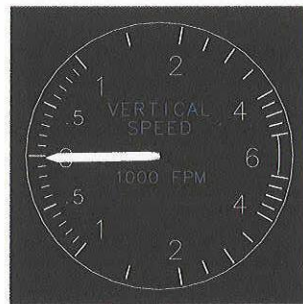
④ Close

ウィンドウを閉じる。

⑤ Windowメニューを用いてALT, IASおよびVS計器を別ウィンドウにて表示することができる。

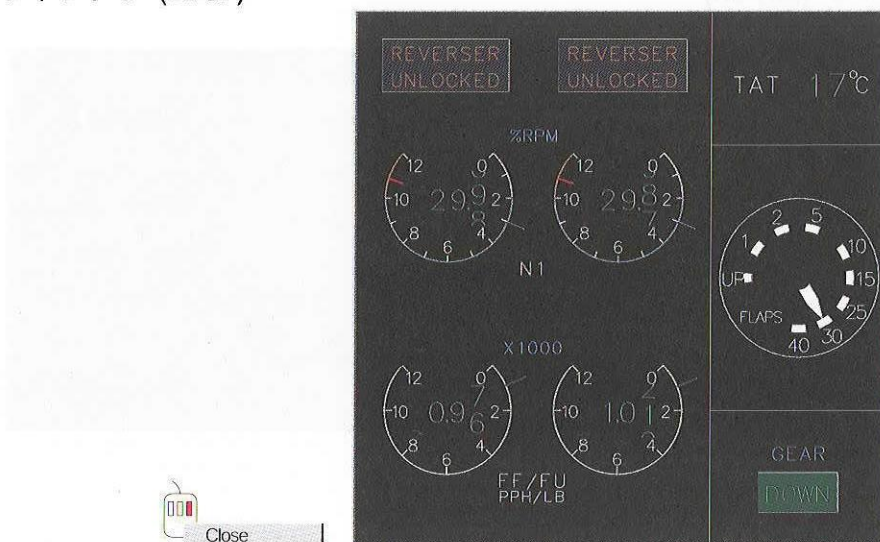


ALT表示



VS表示

(2)EICAS ウィンドウ (B737)



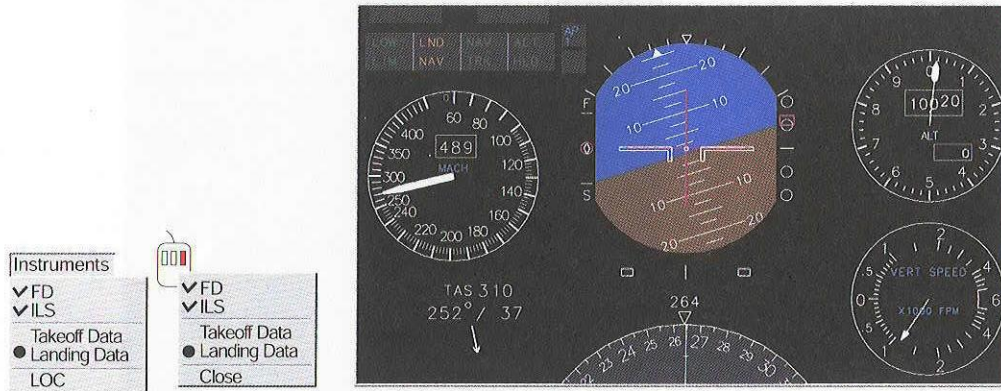
エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

ウィンドウを閉じる。

4.8.6 MD-90 用計器ウィンドウ

(1) MultiEFIS ウィンドウ (MD-90)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

③ Takeoff Data / Landing Data

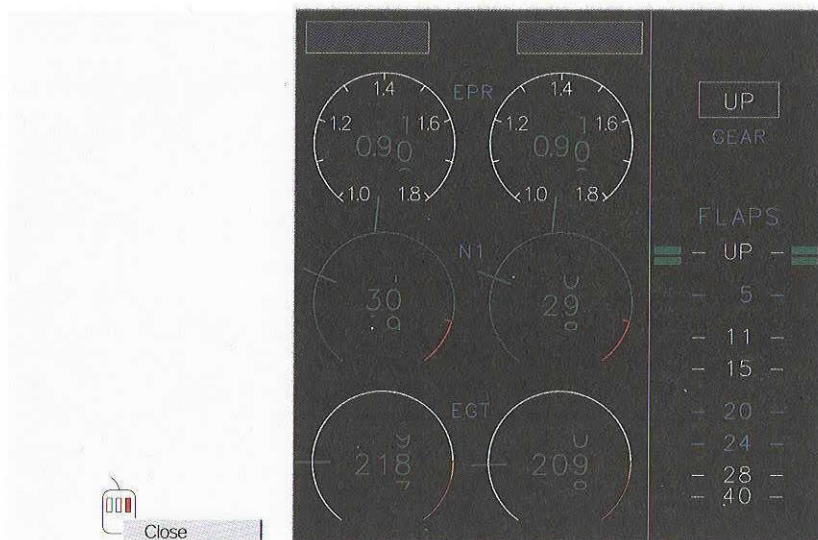
本機種では表示に変化はない。

④ Close

ウィンドウを閉じる。

⑤ Windowメニューを用いてALT, IASおよびVS計器を別ウィンドウにて表示することができる。

(2)EICAS ウィンドウ (MD-90)



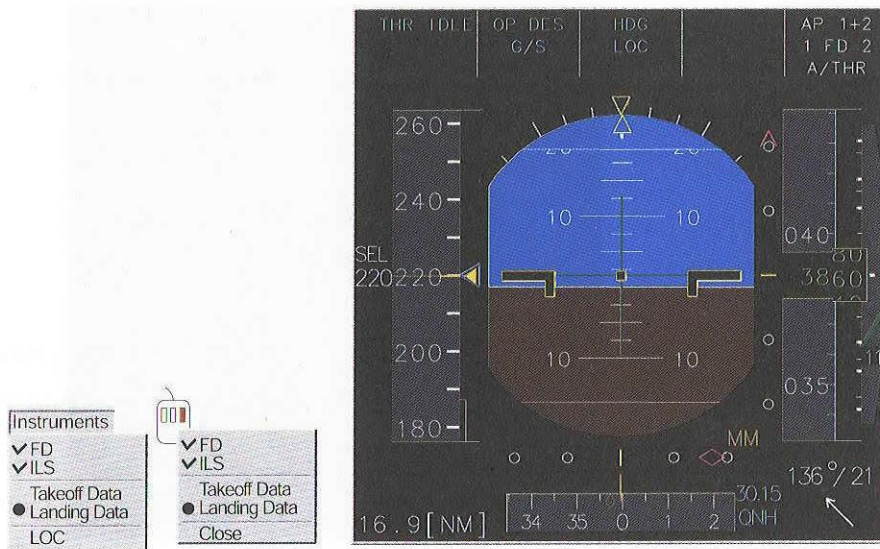
エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

ウィンドウを閉じる。

4.8.7 A320 用計器ウィンドウ

(1)PFD ウィンドウ (A320)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

③ Takeoff Data / Landing Data

Takeoff Data

Speed IndicatorをTakeoff表示にする。（データファイルに値が存在する場合）V1, VR, V2が表示される。

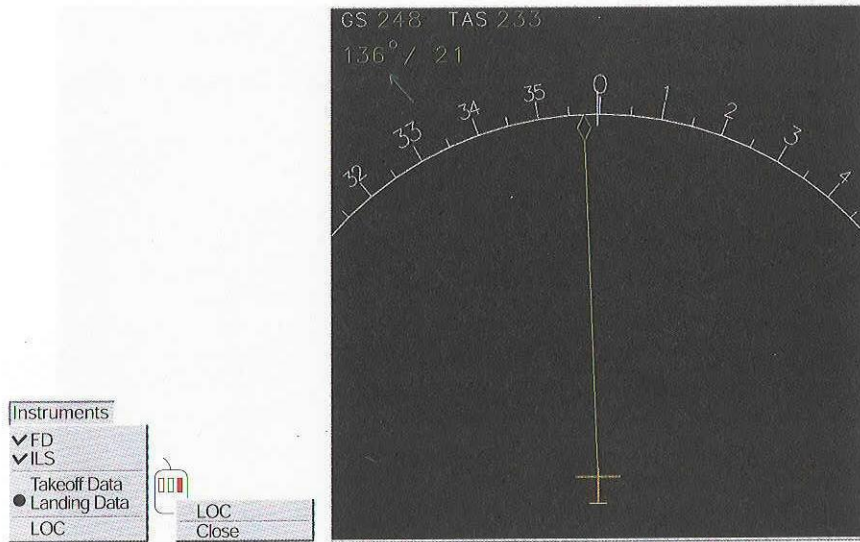
Landing Data

Speed IndicatorをLanding Flap表示にする。（データファイルに値が存在する場合）VREFが表示される。

④ Close

ウィンドウを閉じる。

(2) ND ウィンドウ (A320)



① LOC (LOC表示)

ON

LOC Indicator (データファイルに記録されたLOC Error値)を表示する。

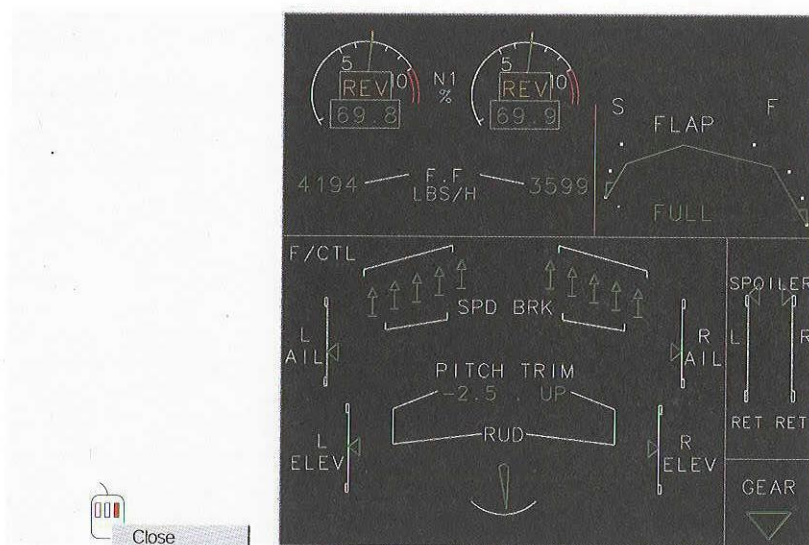
OFF

LOC Indicatorを非表示にする。LOCをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC Indicatorは表示されない。

② Close

ウィンドウを閉じる。

(3)EICAS ウィンドウ (A320)



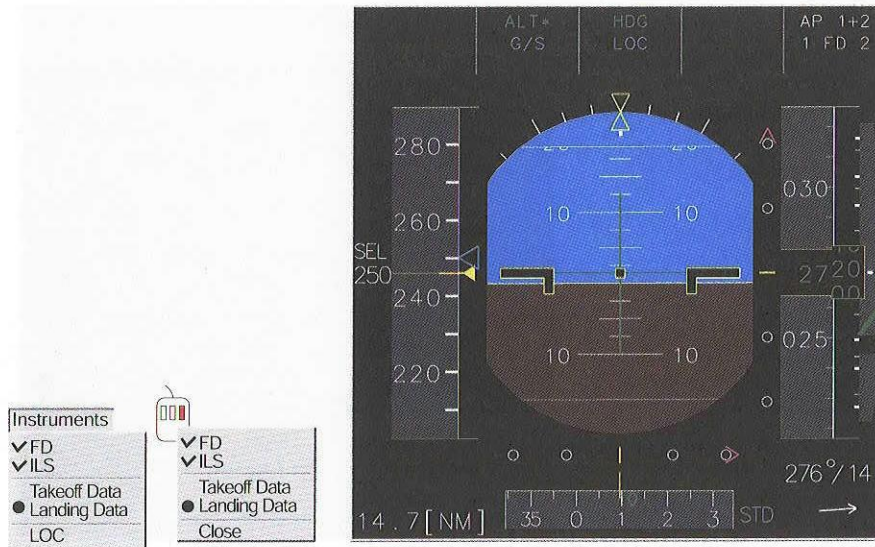
エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

ウィンドウを閉じる。

4.8.8 A321 用計器ウィンドウ

(1) PFD ウィンドウ (A321)



① FD (FD表示)

ON

FDコマンドバー（データファイルに記録されたFDコマンド値）を表示する。

OFF

FDコマンドバーを非表示にする。FDをONにした飛行データ再生の場合でも、FDコマンドバーは表示されない。

② ILS (ILS表示)

ON

LOC, GS Indicator（データファイルに記録されたLOC Error, GS Error値）を表示する。

OFF

LOC, GS Indicatorを非表示にする。LOCまたはGSをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC, GS Indicatorは表示されない。

③ Takeoff Data / Landing Data

Takeoff Data

Speed IndicatorをTakeoff表示にする。（データファイルに値が存在する場合）V1, VR, V2が表示される。

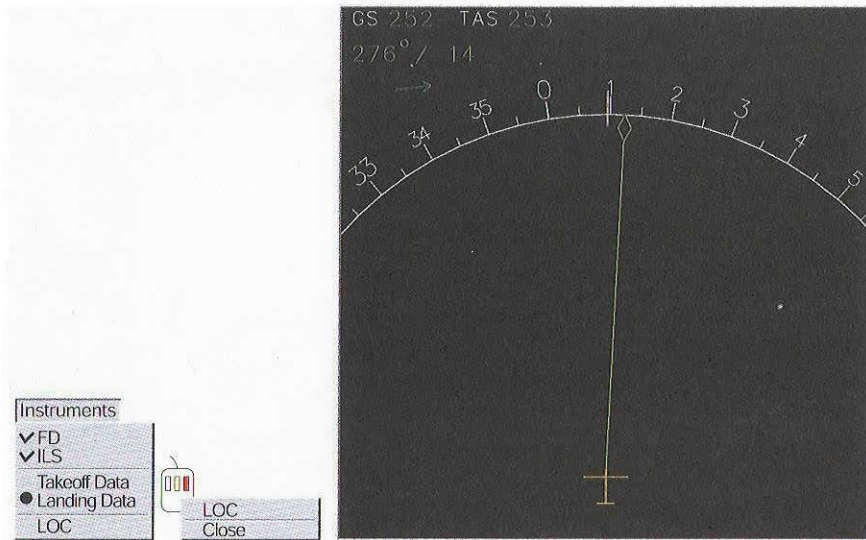
Landing Data

Speed IndicatorをLanding Flap表示にする。（データファイルに値が存在する場合）VREFが表示される。

④ Close

ウィンドウを閉じる。

(2) ND ウィンドウ (A321)



① LOC (LOC表示)

ON

LOC Indicator (データファイルに記録されたLOC Error値)を表示する。

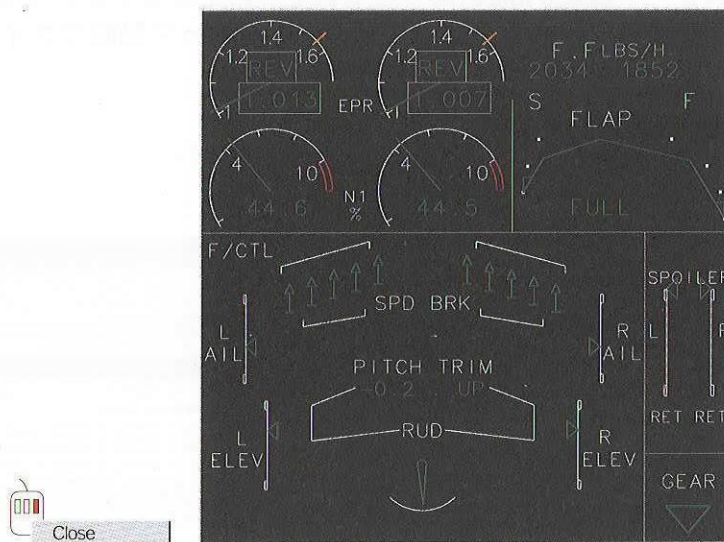
OFF

LOC Indicatorを非表示にする。LOCをCaptureした飛行データ再生の場合でも、LOC Indicatorは表示されない。

② Close

ウィンドウを閉じる。

(3)EICAS ウィンドウ (A321)



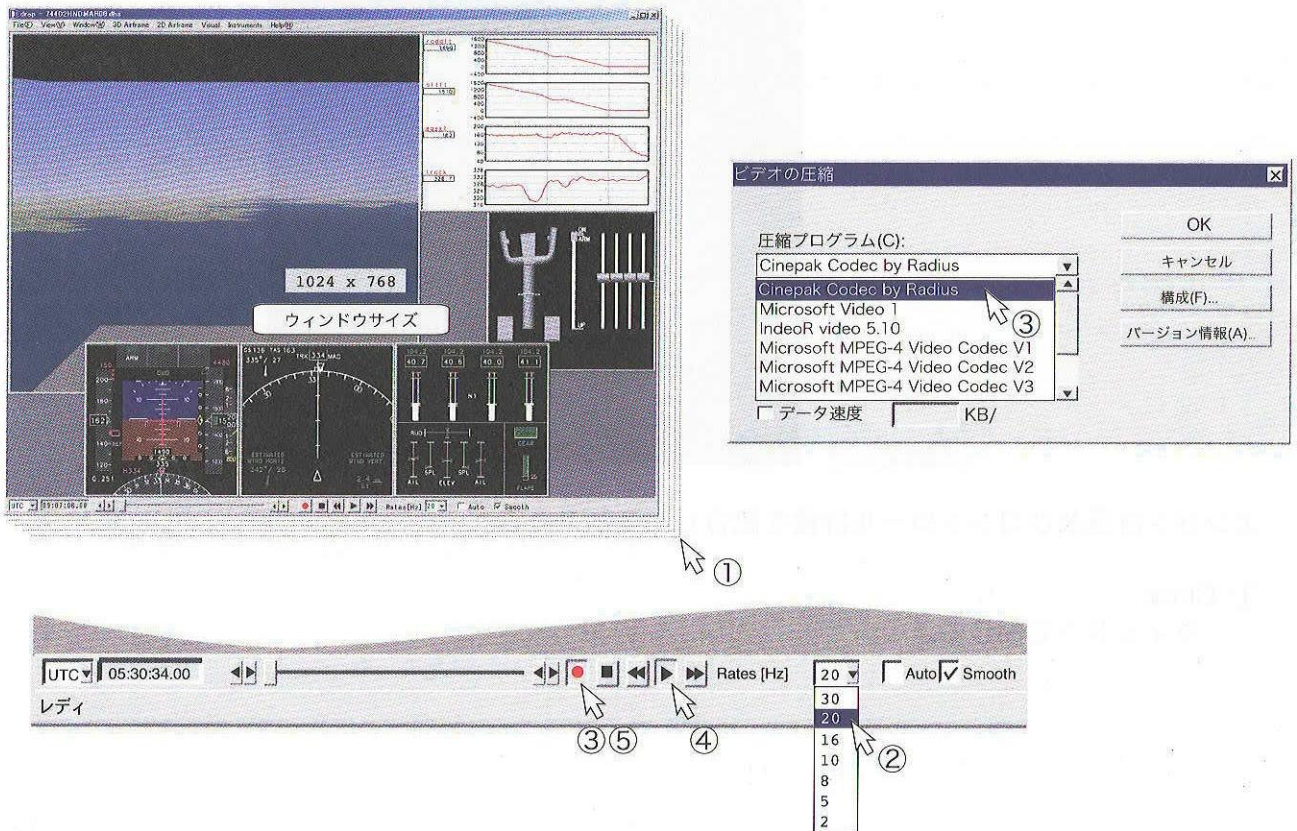
エンジン計器及びコントロール計器を統合した表示である。

① Close

ウィンドウを閉じる。

4.9 録画機能

DRAPが表示するアニメーションを動画ファイルとして録画することが可能である。DRAPアニメーションのフレームレート設定(Rates)にもとづいて、メインウィンドウを1枚の画像として取り込み、これを連続して映像のフレームに並べていくことによって動画ファイルを生成する。



録画手順

- ① メインウィンドウを所望のサイズに変更し、機体外部表示や計器表示などの各ウィンドウを配置する（*2CODECによっては録画するウィンドウサイズや縦横比に制約があるので注意が必要）。
- ② DRAPのアニメーション・フレームレートを、出力する動画ファイルのフレームレートに合わせる（ウィンドウサイズと同様にCODECによってはフレームレートの制約があるので注意が必要）。
- ③ 録画ボタンを押下し、表示される圧縮プログラム選択パネルからCODECを選択する。
- ④ 再生ボタンを押下し、録画をスタートさせる。
- ⑤ 再び録画ボタンを押下し、録画を停止させる。（この時点で指定されたAVIファイルへ書き出しが行われる）

録画ボタンがONの状態では、再生によるウィンドウの再描画（アニメーション時間の経過）が

² CODEC：録画データ等の圧縮／伸張プログラム。OSに任意に追加インストールできる。

行われた時のみ動画への追加が行われる。一時停止した場合やカメラ位置、ウィンドウサイズの変更などの操作は録画されない。

録画ボタンがONの状態では、ウィンドウサイズとフレームレートの変更はできない。フレームレート自動変更機能（アニメーション・コントロール・バーの"Auto"チェックボックス）は無効になる（選択できるが機能しない）。

録画形式

動画ファイルのフォーマットはAVI形式である、OSにインストールされているCODECを使用して、圧縮させながら動画ファイルを出力させることができる。

WindowsOSのインストール初期状態では

- (1) Cinepak Codec by Radius
- (2) Microsoft Video 1
- (3) IndeoR video 5.10
- (4) 全フレーム（未圧縮）

の4種類のCODECが選択できるが、DRAPの録画では選択可能なCODEC全てが使用できるわけではなく、上記では(1),(2),(4)のみで、(4)全フレーム（未圧縮）に関しても、通常DRAPで使用するようなウィンドウサイズでは膨大なディスクスペースを消費する上、再生時もディスクアクセスが頻発し、いわゆるコマ落ちを発生させる可能性が大きいので、現実的には、(1)と(2)だけが使用できる。

上記(1)、(2)のCODECはOSのインストール後、DRAP以外は特にソフトウェアを追加することなく利用できるが、両者とも圧縮時間、出力ファイルサイズ、映像劣化の程度で一長一短がある。可能であれば全てが(1)、(2)より優れているMicrosoft MPEG-4 Video Codec v1, v2, v3(DRAPで使用可能なのはv1およびv2である)を別途インストールし、これを利用することを推奨する。Microsoft MPEG-4 Video Codecは無償にて使用可能である。

INTENTIONALLY LEFT BLANK

第2部 (付録B)

DRAP Reference Manual リファレンス・マニュアル

1. 飛行データ(DHS)ファイル

DHS (Data Handling System)ファイルとは、飛行実験や飛行シミュレーション実験で得られる時歴データを統一したフォーマットで収録保存するために考えられたDHSデータ・フォーマットに基づいて作成されるファイルである。DRAPでは、このDHS形式のファイルのみを飛行データとして読み込むことが可能である。

QAR(Quick Access Recorder)等により取得されたデータは、変換用のソフトウェアDHS Converterを用いてDHSフォーマットに変換される。DHS Converterによる変換時には接地点の推定や風の推定も同時になされ、DRAP用のDHSデータが作成される。接地点の計算時に用いた仮定などはDHSデータ作成者がDHSファイルにメモとして記録することが可能であり、DRAPユーザはDRAP Menuウインドウのサマリ表示でこれを確認することができる。

DHS Converter および DHS ファイルの詳細については、DHS Converter User's Manual を参照のこと。

2. 飛行データの構築 -位置データの算出-

AIMS等により取得されたデータは、必ずしも正確な位置が記録されていないため飛行データ・ファイル(DHSファイル)構築時に航空機の位置が算出される。これは、変換用ソフトDHS Converterを用いて行われる。例えば着陸時のデータは、着陸した滑走路の緯度経度情報および仮定したThreshold高度をもとに位置を算出している。これらの値(仮定)は、データ作成者(DHS Converter User)により変更が可能である。データ変換時の仮定などは、データ作成者がDHSファイルにメモとして記録することが可能であり、DRAPユーザはDRAP Menuウインドウのサマリ表示でこれを確認することができる。

位置データ算出法の詳細については、DHS Converter User's Manual に記述する。

3. アニメ表示

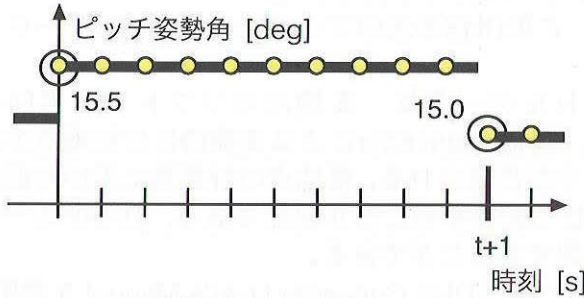
3.1 スムージング機能 (飛行データとフレーム・レイト)

アニメーションのフレーム・レイト(1秒間に描画(更新)するアニメのコマ数)は、Animation Control バーのRateメニューで設定することができる。DRAPは、飛行データをスムージングする方法でアニメーションをよりなめらかな方法で表示している。設定したフレーム・レイトが飛行(DHS)データファイルに記録されたデータのサンプリング周波数[Hz]よりも大きい場合に、Smoothing機能がなければ図3-1(a)の例のように、コンピュータの描画上はフレームを更新しているにも関わらず、見かけ上のアニメーションは全く動きがないものとなる。これは、その間のデータが更新されていないためである。一方、Smoothingすると、図3-1(b)のように、データを直線補間してアニメーションを表示する。この場合には見かけ上のアニメーションはなめらかになるが、この間の表示は取得された飛行データそのものではない。前記の通りそれを直線補間した値を用いていることに注意する必要がある。

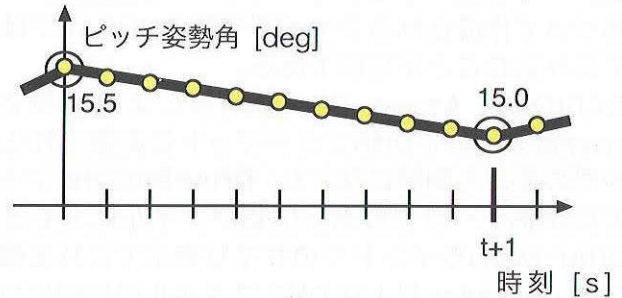
記録された飛行データ

時刻 [s]	...	ピッチ姿勢角 [deg]	...
t-1		15.1	
t	⋮	15.5	⋮
t+1		15.0	
	⋮		⋮

● 各フレーム表示時に用いられるピッチ姿勢角の値
アニメーションのフレーム・レイト (= 10 [Hz])



(a) Smoothing Off



(b) Smoothing On

スムージングの例:

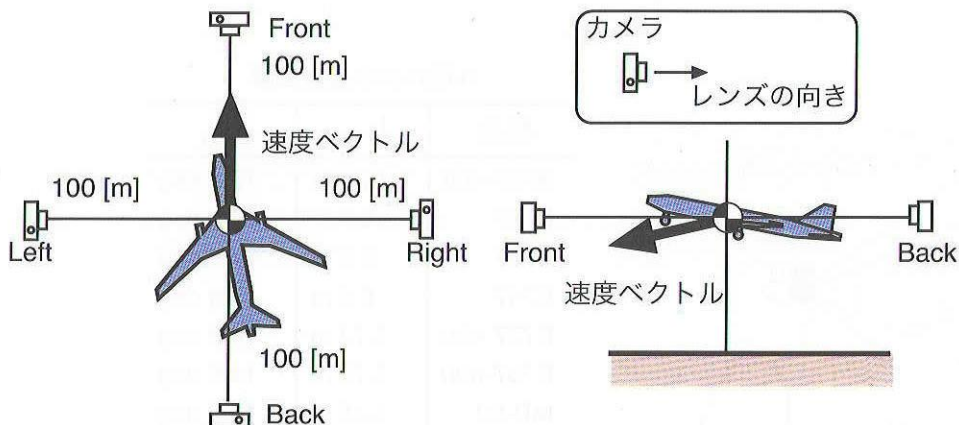
記録されたピッチ姿勢角のサンプリング（データ取得）周波数は1[Hz]とする。アニメ表示のフレーム・レイトを10 [Hz]に設定した場合、Smoothing Offでは、(a)の黄色丸の値を用いて描画される。Smoothing Onとした場合には(b)の黄丸の値を用いてアニメーションが表示される。

図 3-1 飛行データのスムージング

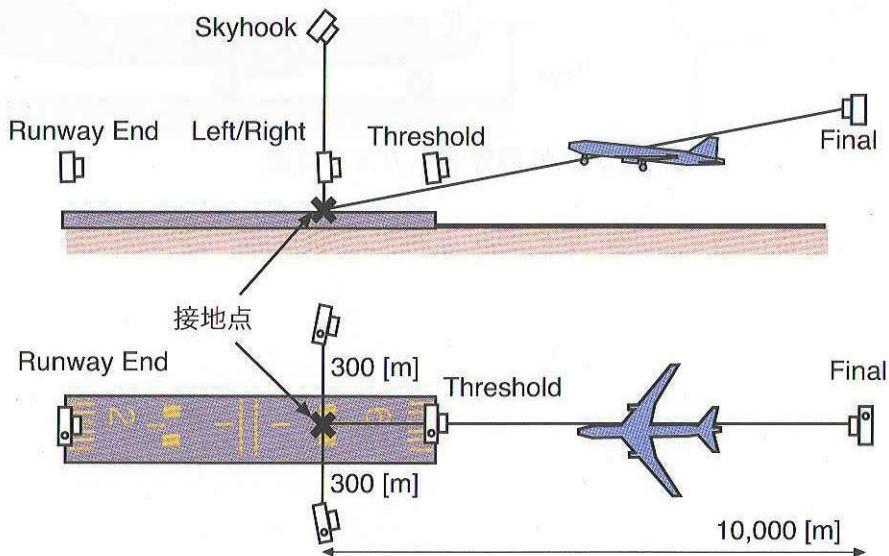
3.2 カメラ位置

A. 機体外部表示

Airframe ウィンドウ (機体外部表示) におけるカメラの位置は, Airframe ウィンドウのアニメーションパネル上 Position メニューで選択することができる (DRAP ユーザーズマニュアル P.13)参照)。Chase Mode および Fix Mode において選択可能なカメラの位置を図 3-2 にそれぞれ示した。なお, Chase Mode においては図 3-2 の初期位置からカメラの位置を矢印スイッチで変更することができる。(Fix Mode では, 矢印スイッチはカメラの角度の変更に使われる。)



(a) Chase Mode 初期カメラ位置

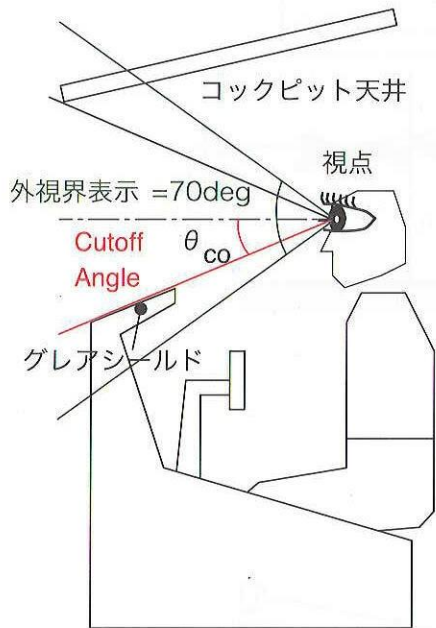


(b) Fix Mode カメラ位置

図 3-2 機体外部表示カメラ位置

B. 外視界表示

外視界表示でのカメラ位置は、コックピット右席および左席の視点(Eye Position)付近に配置している。グレアシールド概形との相対関係により Cockpit Cutoff Angle が各機種のもので一致するように図 3-3 のようにカメラ位置を設定している。



外視界表示視点位置

機種	h_{eye}	θ_{co}
B747-400	8.9 m	15.8 deg
B777	5.9 m	20.9 deg
B767	5.6 m	17.5 deg
B747	8.9 m	15.8 deg
B737-400	3.73 m	14.9 deg
B737-500	3.73 m	14.6 deg
MD-90	3.48 m	16.9 deg
A320	4.56 m	20.0 deg
A321	4.56 m	20.0 deg

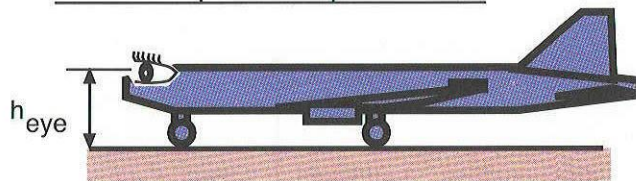


図 3-3 外視界表示カメラ位置

3.3 機体概形表示および飛行軌跡表示について

A. 機体概形表示について

機体外部表示における機体の概形表示には、各機種的主要寸法をもとに簡単な3次元オブジェクトを用いた。各機種における3次元オブジェクトの寸法を図3-4に示す。脚については主脚上げ下げに関するデータを参照し表示・非表示を判定している。機体の変形や舵面動作等は模擬していない。

B. 飛行軌跡表示について

飛行軌跡表示は、機体外部表示ウィンドウのOptionメニューでSky-Traceを選択することにより表示することができる。飛行軌跡は、飛行(DHS)データ・ファイルに記録された位置データに基づいて、図3-4に示された機体概形表示の(仮定の)重心位置を通る曲線として描画される。また、高度情報の補助を目的として鉛直方向補助線が表示される。鉛直方向補助線は、10秒間隔で描画される。

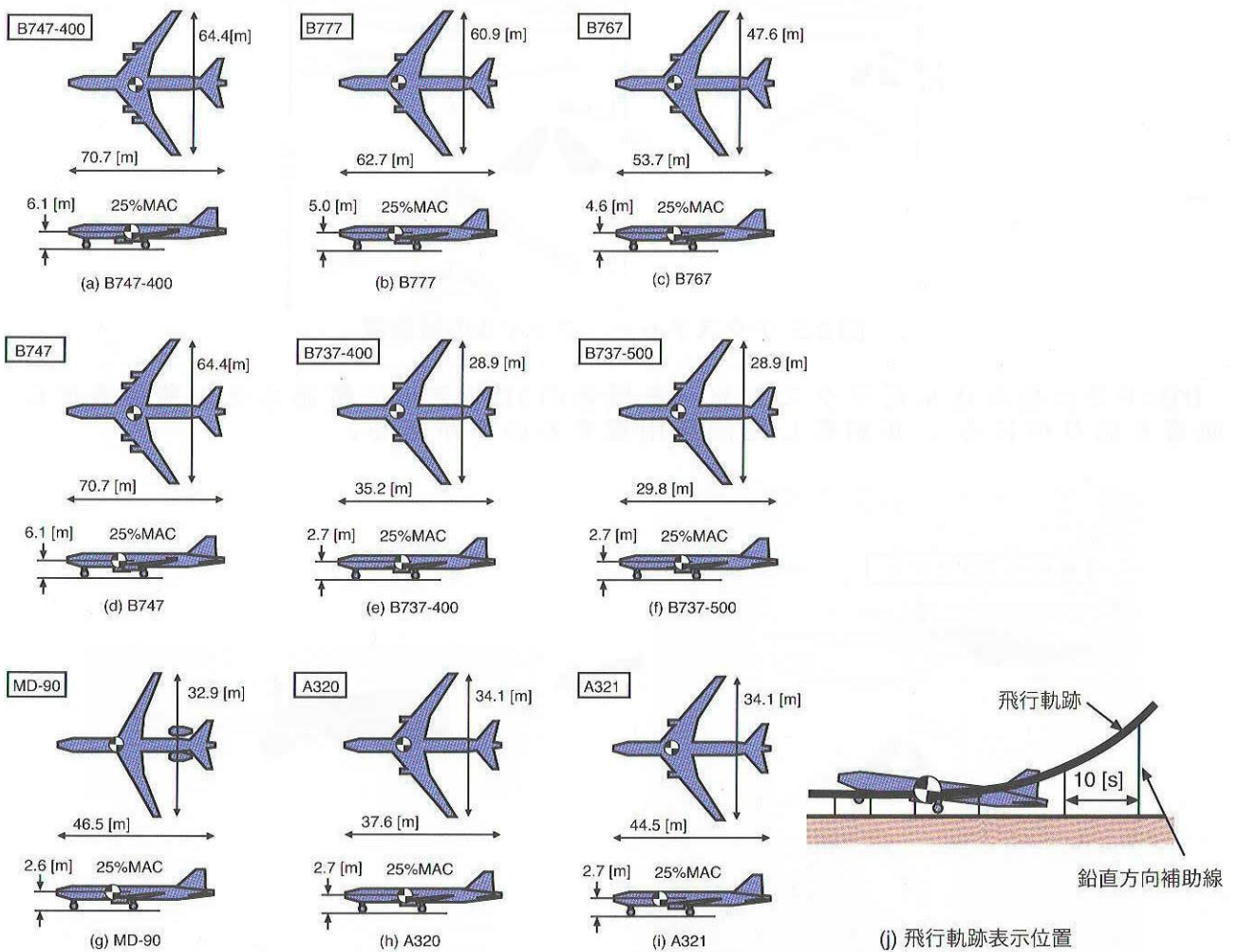


図 3-4 機体外形および飛行軌跡表示位置

3.4 機体テクスチャ設定法について

3D Airframeウィンドウの機体3Dモデルに貼り付けるテクスチャー¹の設定方法を記述する。

(1) 機体テクスチャー・ファイル（ビットマップ形式 *.bmp）の準備

用意するテクスチャー・ファイルは、以下の条件を満たしている必要がある。

ファイル形式	Windowsビットマップ・ファイル(*.bmp)
カラー	24ビットカラー（フルカラー）
サイズ（解像度）	縦横とも2のべき乗（64, 128, 256 Pix, ...etc）
形状	正方形である必要はないが、長方形の場合は長辺の長さに引き伸ばされ、プログラム内では正方形として扱われる。

機体のテクスチャー・データはサイズ（解像度）に関わらず、ファイルから読み込まれるとDRAP上では一辺が70mの四角形として扱われる。（下図）

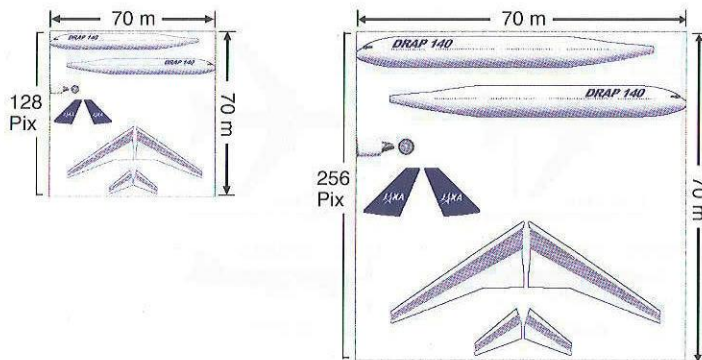


図 3-5 テクスチャー・ファイルの解像度

DRAPでは読み込んだテクスチャーを機体の3Dモデルに透過させ、機体表面に画像を貼り付ける。正射影した図を用意する必要がある。

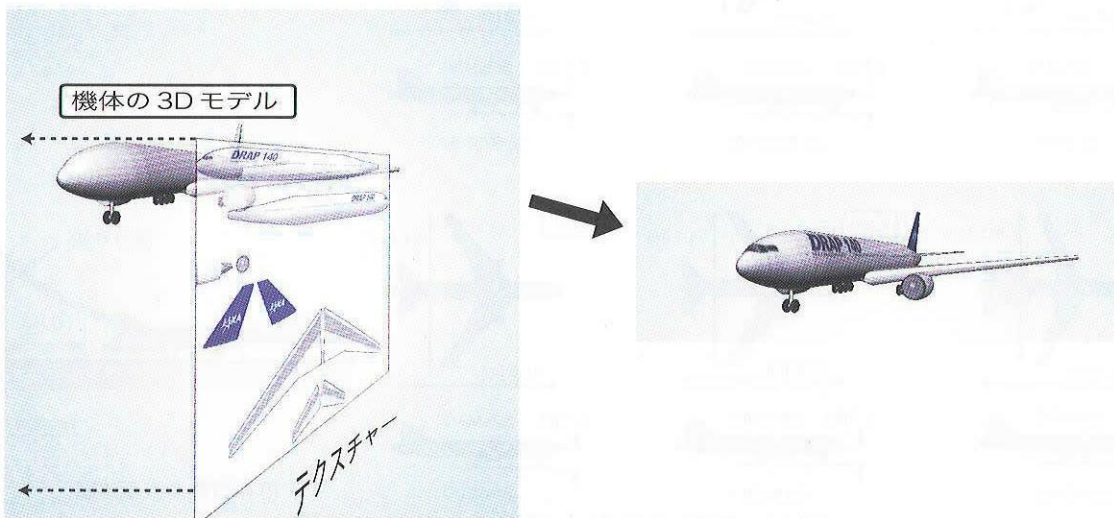


図 3-6 テクスチャーの貼付

¹ テクスチャー（テクスチャー・マッピング）：

3次元モデルの表面に絵や模様の画像を貼り付けることで、物体に質感を持たせることを目的とする手法。

機体テクスチャ・データ内の画像配置と機体 3D モデル上の貼り付け位置との対応は、機種ごとに決まっており、用意されたテクスチャは DRAP によって自動的に貼り付けられる。したがって、貼り付ける画像は機体テクスチャ・ファイル内の決められた位置に置かなければならない。

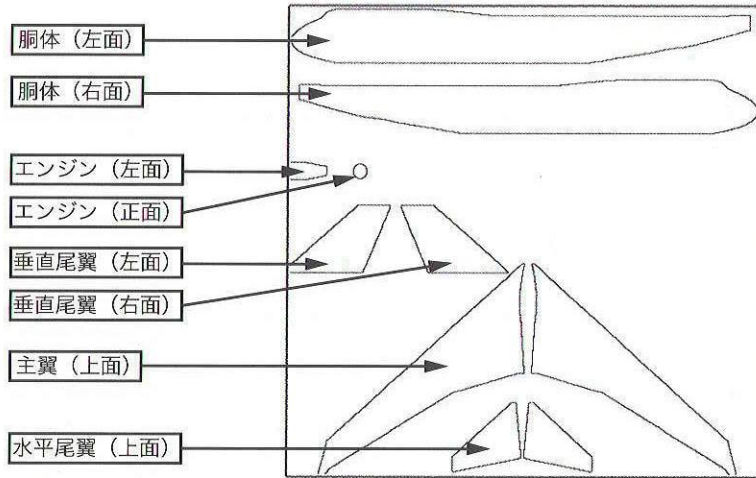
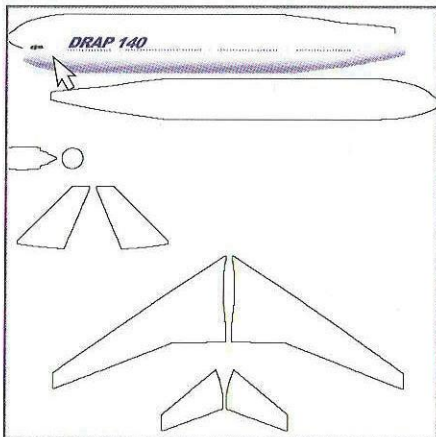
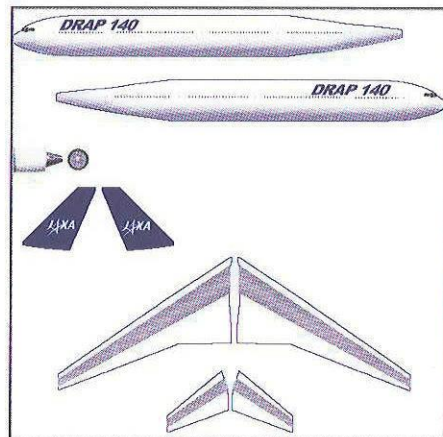


図 3-7 テクスチャ・ファイル内の配置(B777-200)

各機種ごとに「型紙」となるファイルが Aircraft フォルダ内に入っている (例: 777-200-Style.bmp) ので、同ファイルの黒線枠の内部に機体の絵や写真などの画像を貼り付けて作成する。



(a)機体テクスチャ・ファイルの作成



(b)用意した機体テクスチャ・ファイル



(c)3D機体モデル (DRAP 3D Airframeウインドウに表示される)

図3-8 機体テクスチャファイル準備法



(2)機体テクスチャー・ファイルの指定

機体外部表示ウィンドウに表示された機体3Dモデルに、用意した機体テクスチャー・ファイルを貼り付けて表示するために下記設定を行う。

Aircraftフォルダ内に、作成した機体テクスチャー・ファイルを保存する。

当該機種 of 機体定義ファイル(*.ac)に、保存した機体テクスチャー・ファイル名を定義する。

TEXTURE_FILE (相対パス) 機体テクスチャー・ファイル名

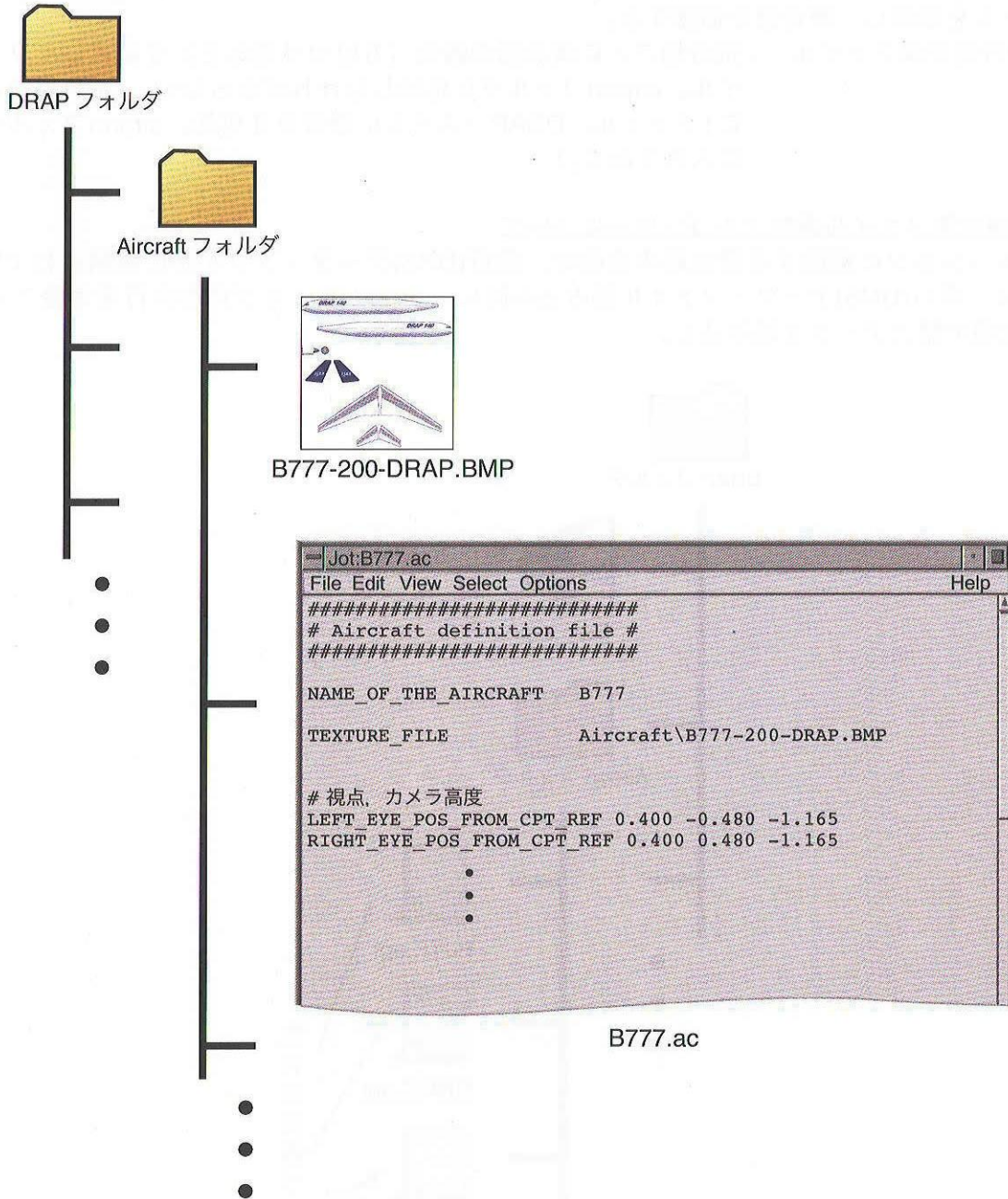


図 3-9 機体テクスチャー・ファイルの構成図

3.5 滑走路表示

機体外部表示及び外視界表示に描画される滑走路は、データベースとして用意された飛行場定義ファイルを参照して描画される。これらのファイルはユーザが変更可能である。ここではこれらのファイルの参照アルゴリズム及び変更方法について記述する。

A. DRAPと飛行場定義ファイルの構成

DRAP実行モジュール(DRAP.exe)は、図3-5に示すようなディレクトリに存在する飛行場定義ファイルを参照し、滑走路を描画する。

飛行場定義ファイル：飛行場ごとに滑走路の諸元（方位や寸法など）を記述したファイル。airportフォルダに格納しなければならない。（飛行場ごとに1ファイル。DRAPシステムに複数存在可能。airportフォルダに入れておく。）

B. 飛行場定義ファイル選択アルゴリズムについて

アニメーションに描画する滑走路の名称は、飛行(DHS)データ・ファイルに格納されている。DRAPは、飛行(DHS)データ・ファイル読み込み時に、airportフォルダ内の飛行場定義ファイル、当該滑走路の諸元データを読み込む。

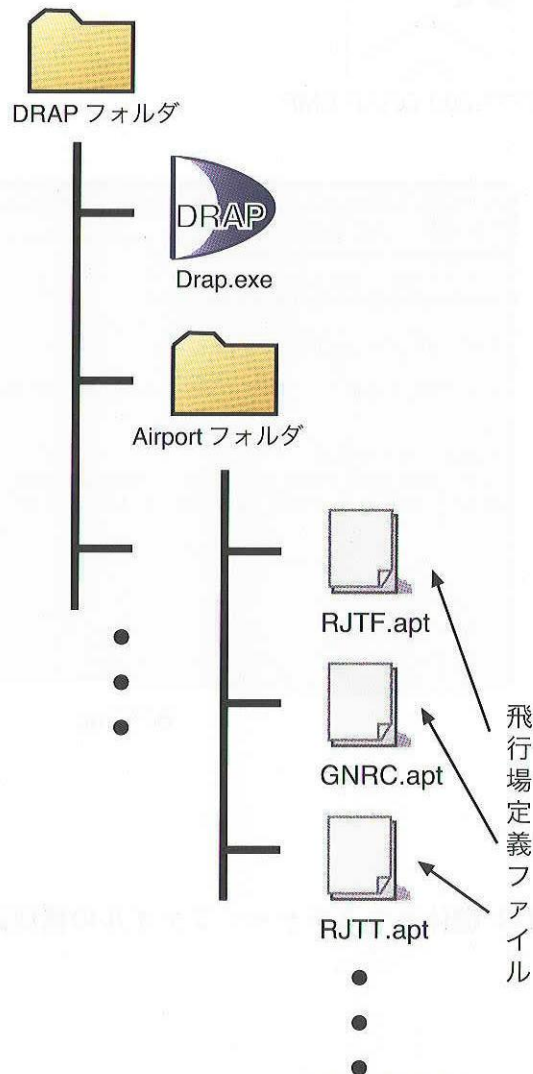


図3-10 DRAPディレクトリ構成（滑走路表示）

C. 飛行場定義ファイルの定義法

- ・ファイルの保存形式はText形式とすること。
- ・ファイル名および格納されているディレクトリを飛行場一覧ファイルに登録すること。

文法 (抜粋) :

- ・"#"以降改行まではコメント文 (定義文とは無関係のメモ書きなどに用いる文) である。
- ・滑走路の諸元を以下の形式で定義する。

パラメータ名+スペース (複数可) +設定値 (数値, 文字列など)

- ・パラメータ名の抜粋を表3-1に示す。

- ・当該飛行場に2本以上滑走路がある場合には, "%"を滑走路の区切りとする。

Note : 外国飛行場の飛行場ファイルの定義法

- ・日本国外の飛行場定義ファイルを作る場合には, そのThresholdの緯度経度には,

ETHRESH 35:50:00.0 140:00:00.00

WTHRESH 35:50:00.0 140:00:00.00

を用いること (Marking及び真方位は当該滑走路の値を記述する)。

- ・日本国外の滑走路へのアニメーション表示では, 3次元地形表示は水平な地形が表示される。

表 3-1 飛行場定義ファイル・パラメータ一覧 (抜粋)

パラメータ名	意味	パラメータ値	形式
#	コメント文		
%	滑走路定義区切		
NAME	滑走路名	飛行場滑走路	文字列
TYPE	滑走路型式	IFRor VFR	文字列
ELEV	滑走路標高	高度 [m]	数値
MAGVAR	磁差	磁差 [deg:min:sec]	数値
ETHRESH	東向滑走路端	Marking 真方位 緯度 経度[deg:min:sec]	文字列 数値 数値
WTHRESH	西向滑走路端	Marking 真方位 緯度 経度[deg:min:sec]	文字列 数値 数値
LRWY	滑走路長	長さ[m]	数値
WRWY	滑走路幅	長さ[m]	数値
SLOPE-X	滑走路傾斜	位置 位置...[m]	数値
SLOPE-Z	滑走路傾斜	高度 高度...[m]	数値
CLMRK	マーキング色	色(white / orange)	文字列

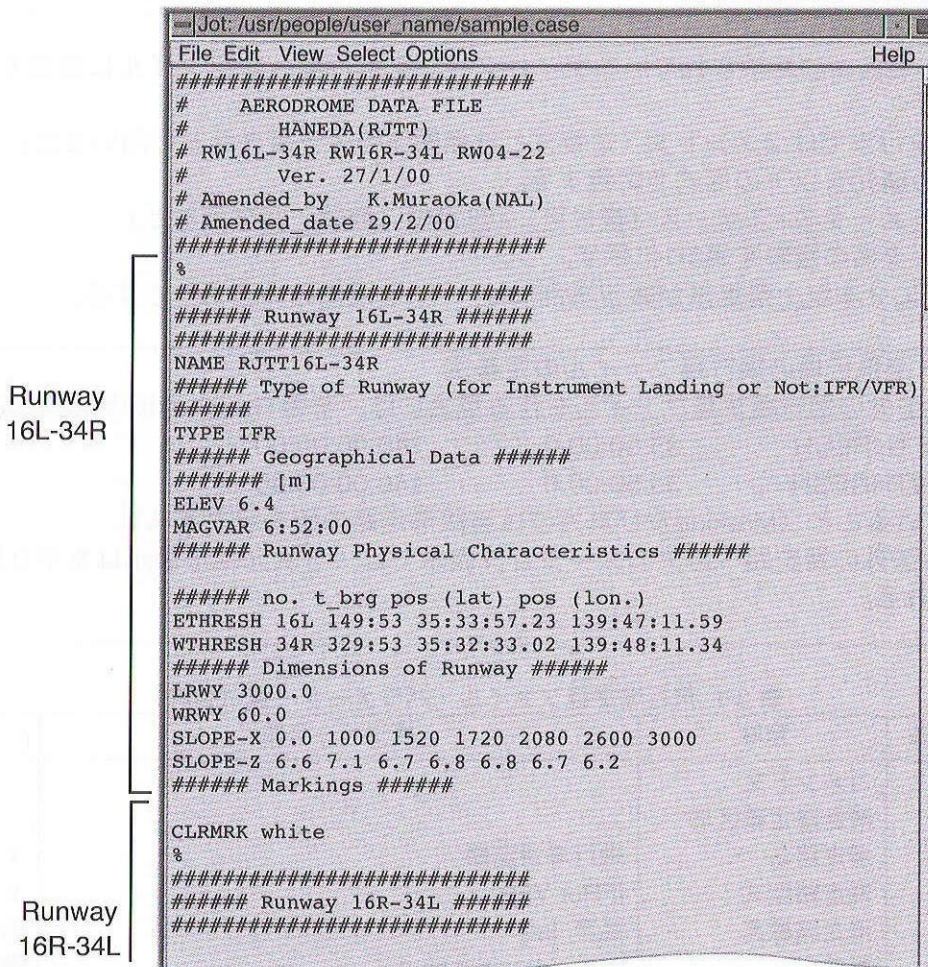


図 3-11 飛行場定義ファイル(RJTT.apr)

3.6 地形表示

DRAPでは、国土地理院の250m数値地図データに基づいて日本国内の地形を表示している。日本国内の飛行場への着陸に関するアニメーションの場合には、当該飛行場の位置（緯度経度）に基づいて周辺地形が描画される。一方、日本国外の飛行場（Generic滑走路 (GNRC.apr)を含む）を表示する場合には平らな地表面を表示して地形を描画する。

3.7 計器表示

計器に表示される値は、全て当該時刻にデータファイルに記録された値である。操縦のキュー表示を目的としたフィルタ処理などは、DRAP内部では、全く行っていない。

4. 風推定機能

DRAPでは、DHS Converterにより推定されたFMS Windよりも高精度の風向風速を表示することが可能である(Ver. 1.40では、B747-400のみ可能)。ここで推定される風は、あらかじめデータベース（機体定義ファイル：DHS Converter Users' Manual参照）として用意された空力パラメータ（一定値：着陸進入時の標準的値）を用いて算出される。推定アルゴリズム等についてはDHS Converter User's Manualを参照のこと。

INTENTIONALLY LEFT BLANK

宇宙航空研究開発機構研究開発報告 JAXA-RR-05-011

発行 平成 17年 12月 28日
編集・発行 宇宙航空研究開発機構
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町 7-44-1
URL: <http://www.jaxa.jp/>
印刷・製本 弘久写真工業（株）

本書及び内容についてのお問い合わせは、下記をお願いいたします。

宇宙航空研究開発機構 情報システム部 研究開発情報センター
〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1
TEL: 029-868-2079 FAX: 029-868-2956

© 2005 宇宙航空研究開発機構

※ 本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体等に加工することを禁じます。



宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency