

RNAV運航と航空情報の高度化



航空局管制保安部 運用課

航空管制運航情報調査官 鈴木和人

内 容

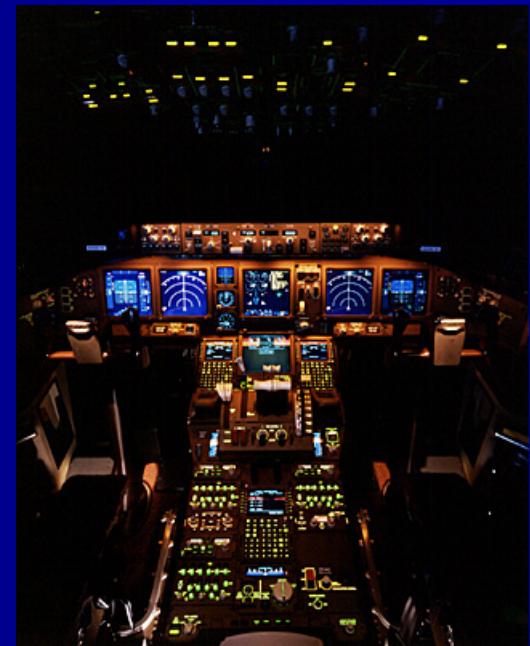
1. RNAV運航と航空情報
2. FMS
3. 航法データ
4. 航空情報から航法データ
5. 航法データの品質管理
6. 航空情報の品質管理
7. 我が国の航空情報高度化計画
8. 世界はどうしているのか
9. 航空情報業務へのGIS技術の導入計画

1. RNAVと航空情報

- RNAVの運航はFMS(飛行管理システム)による運航が中心
- FMSに格納される航法データの品質がRNAV環境における運航の安全を左右
- FMSの航法データは、各国から発行される航空情報を基に、28日周期でアップデート

2. FMS (FMS:flight management system)

- FMSは、離陸から着陸までの全飛行領域にわたって飛行管理(航法、操縦、推力調整、誘導など)を自動的に行うシステム



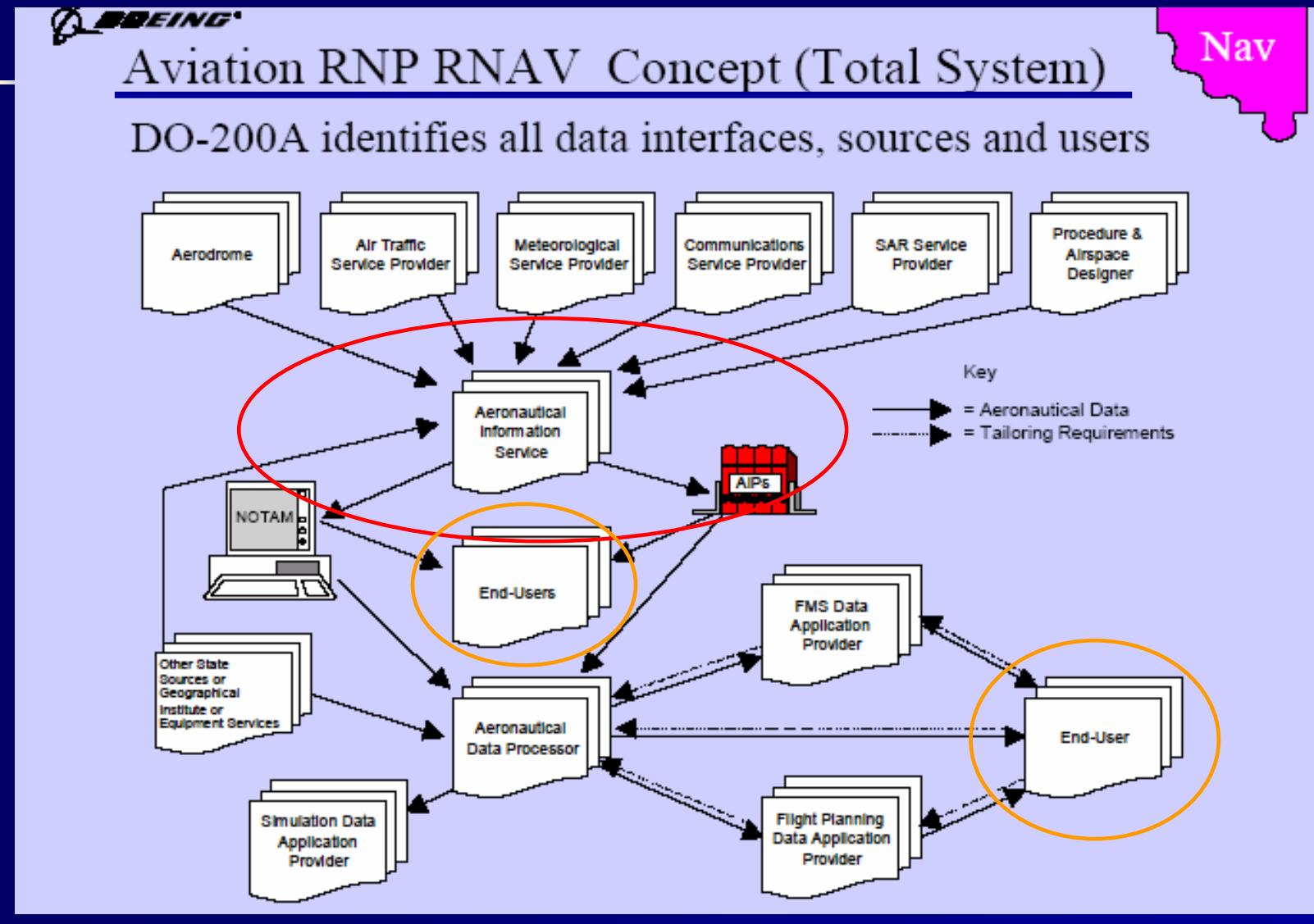
3. 航法データ (NAV DATA)

FMSには、航法データベース(navigation data base)と呼ばれる大量の航法用データが格納されている。

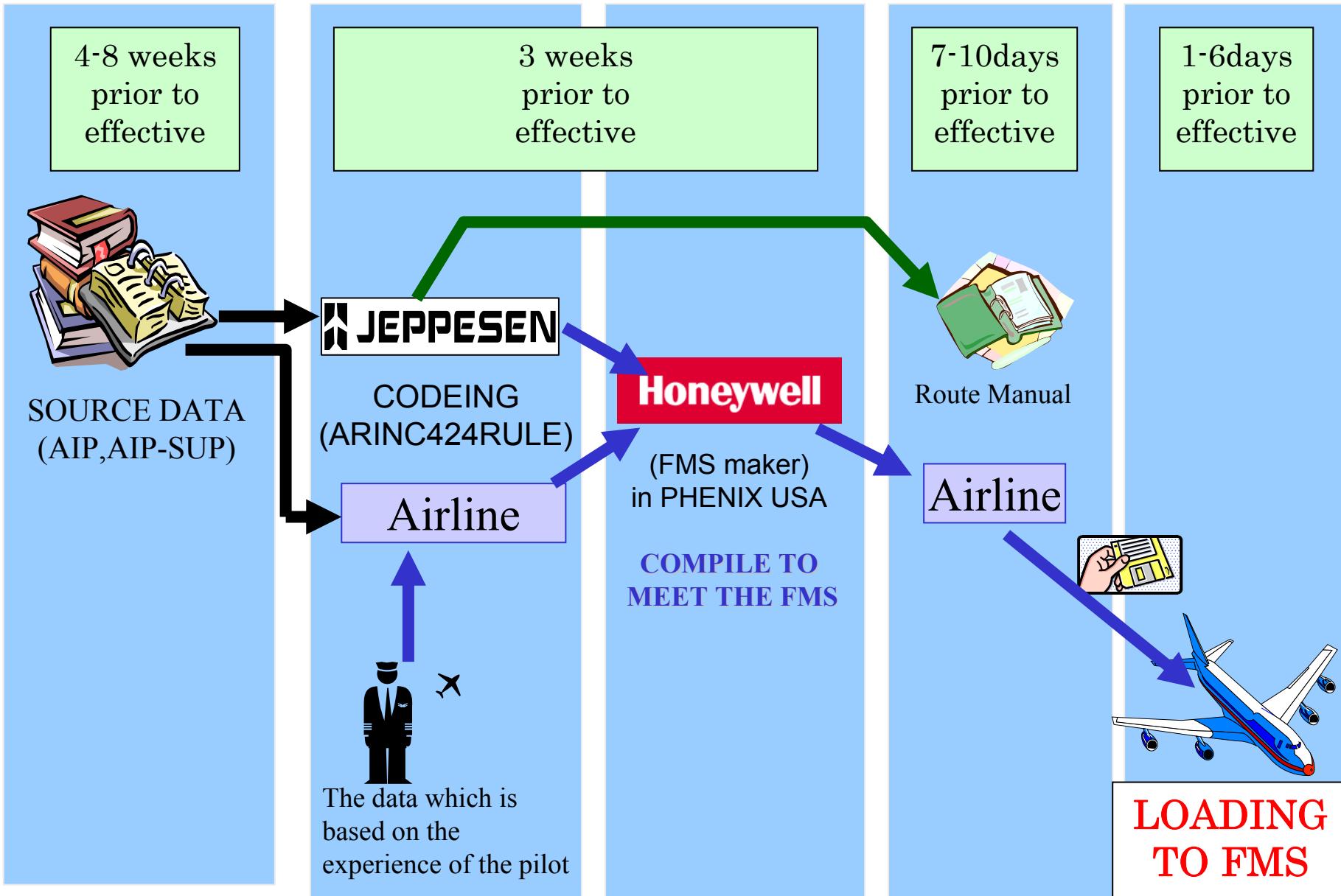
- ・空港、滑走路、スポット
- ・航空路、ウェイポイント
- ・ILS／VOR／DMEなどの航行援助施設
- ・空港ごとの出発／進入方式

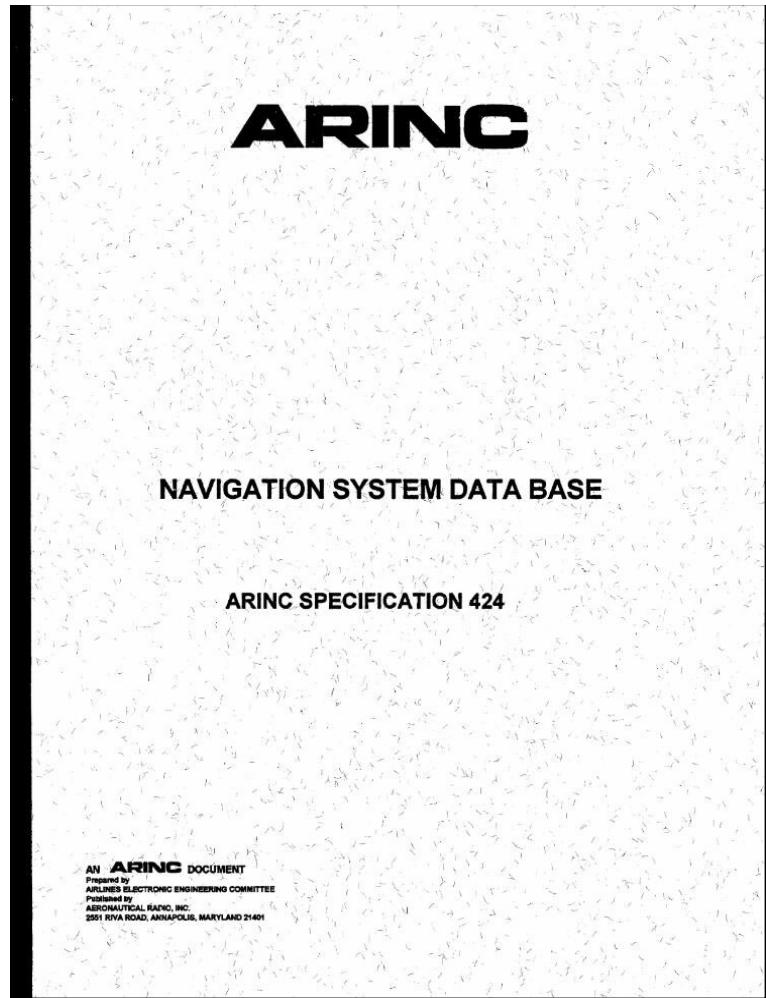
4. 航空情報から航法データ

(ボーイング社のRNAV資料より)



航空情報から航法データが作成されるまでの流れ





ARINC424とは？

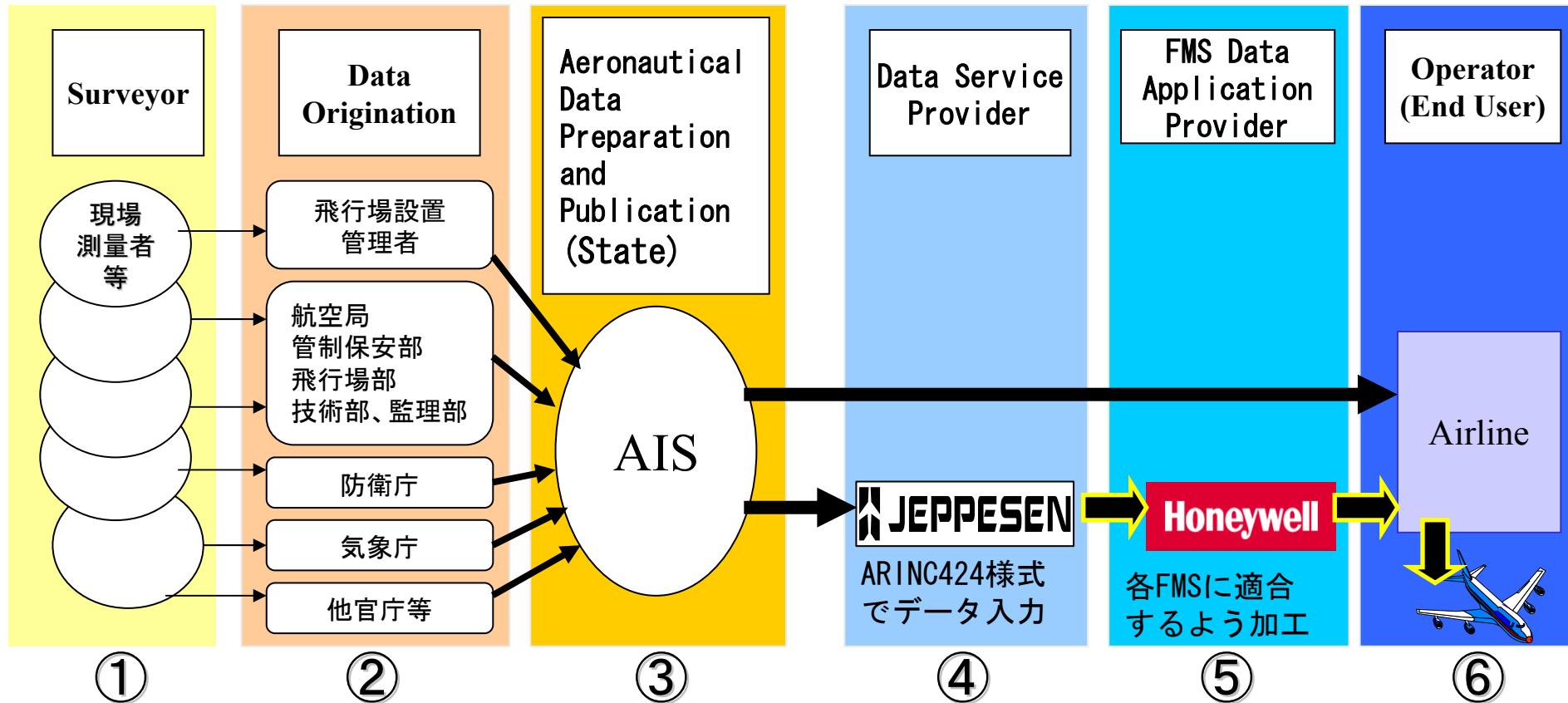
航法データ作成のための航空輸送業界における標準

AEEC(Airlines Electronic Engineering Committee:航空会社電子技術委員会)

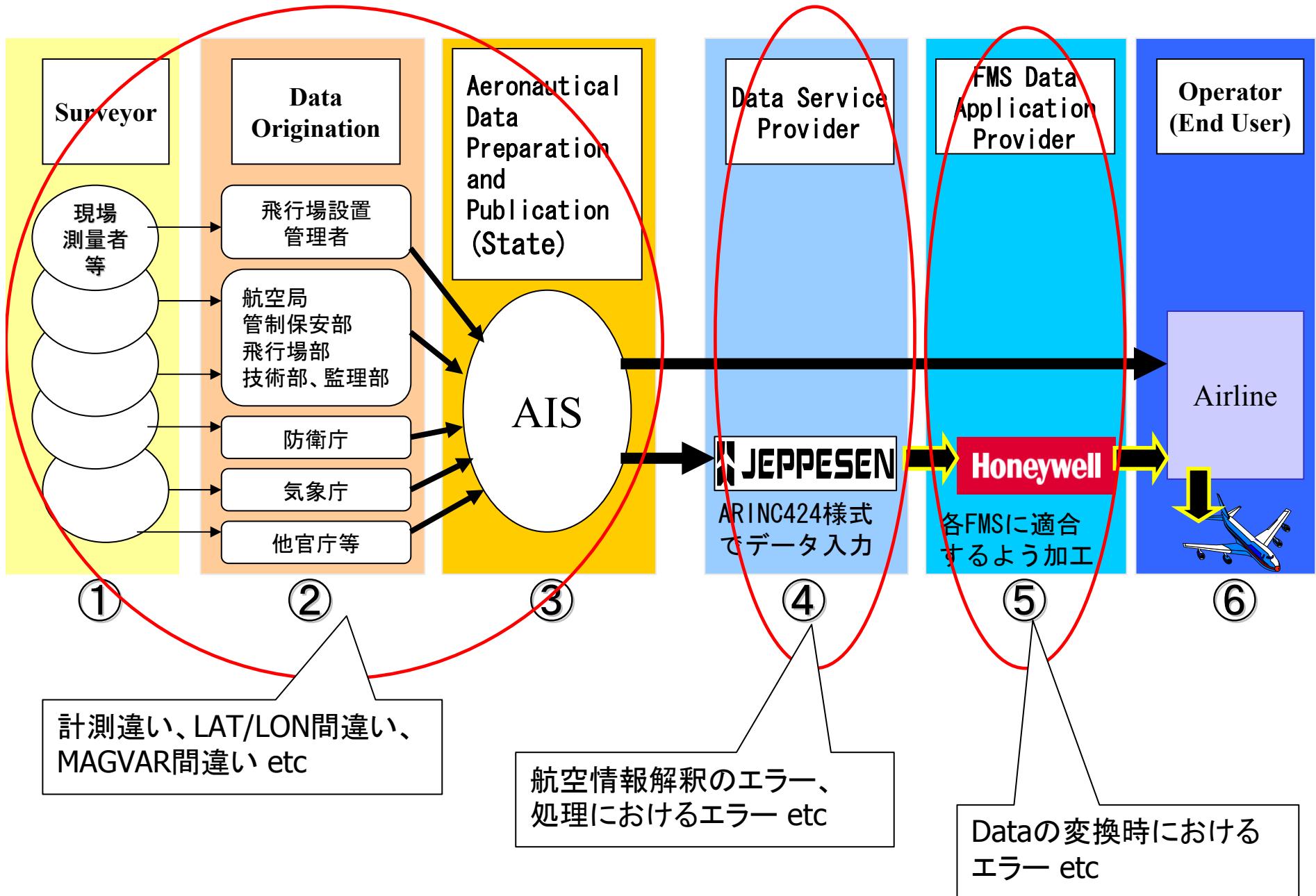
主要航空会社、データサプライヤー、アビオニクスメーカーなどの会議体で、航空運輸産業にとって共通する航空電子装備(アビオニクス)について、技術的調査・検討を行っている。事務局は米国ARINC(Aeronautical Radio Inc.)社におかれ、その成果はARINC Characteristic(規格)、Specification(仕様)、Report(報告)として、発行・アップデートされ、航空会社およびアビオニクス業界の世界標準規格となっている。

5. 航法データの品質管理

The Overall Data Process



FAAのACによる「よく起こる不具合」の分類



RTCA/DO-200A

: Standard for Processing Aeronautical Data

ISSUED:09/28/1998

このドキュメントは、航法等のアプリケーションに使用する航空データの処理のための最小限度の標準及びガイダンスについて記述する。

この標準は、データ処理における品質保証及びデータ品質管理の開発、評価、変更、サポートに使用すべき要件を規定するもの

RTCA技術管理委員会は特別委員会SC-181を設立。

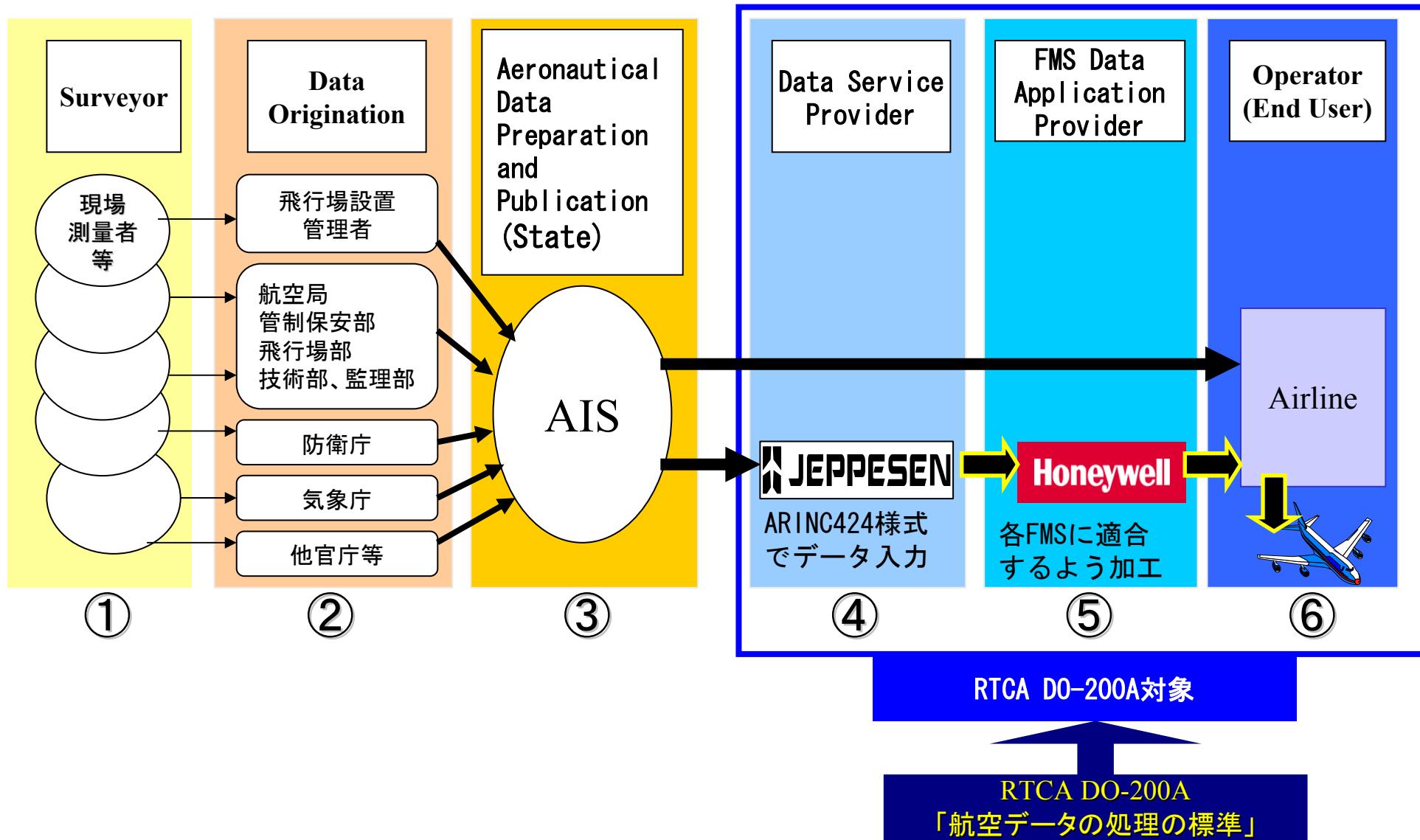
SC-181は、航空データの処理、制御、およびロードに関するプロセスを調査し、次の事項を確保するためのガイダンスを作成。→ RTCA200A 発行

- A) 各国の当局から発行されたソースデータ(航空情報)からデータ処理する場合、完全性を維持しつつ処理すること。
- B) Databaseと使用する機器との互換性を確保すること。
- C) Databaseが上記を確保できるよう更新されること。

RTCA

**RTCA DO-200A is now
incorporated into FAA
Advisory Circular 20-153**

航法データの品質管理



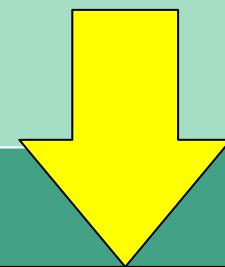
6. 航空情報の品質管理

RTCA/DO-201A

Industry Requirements for Aeronautical Information

Issued:04/19/2000

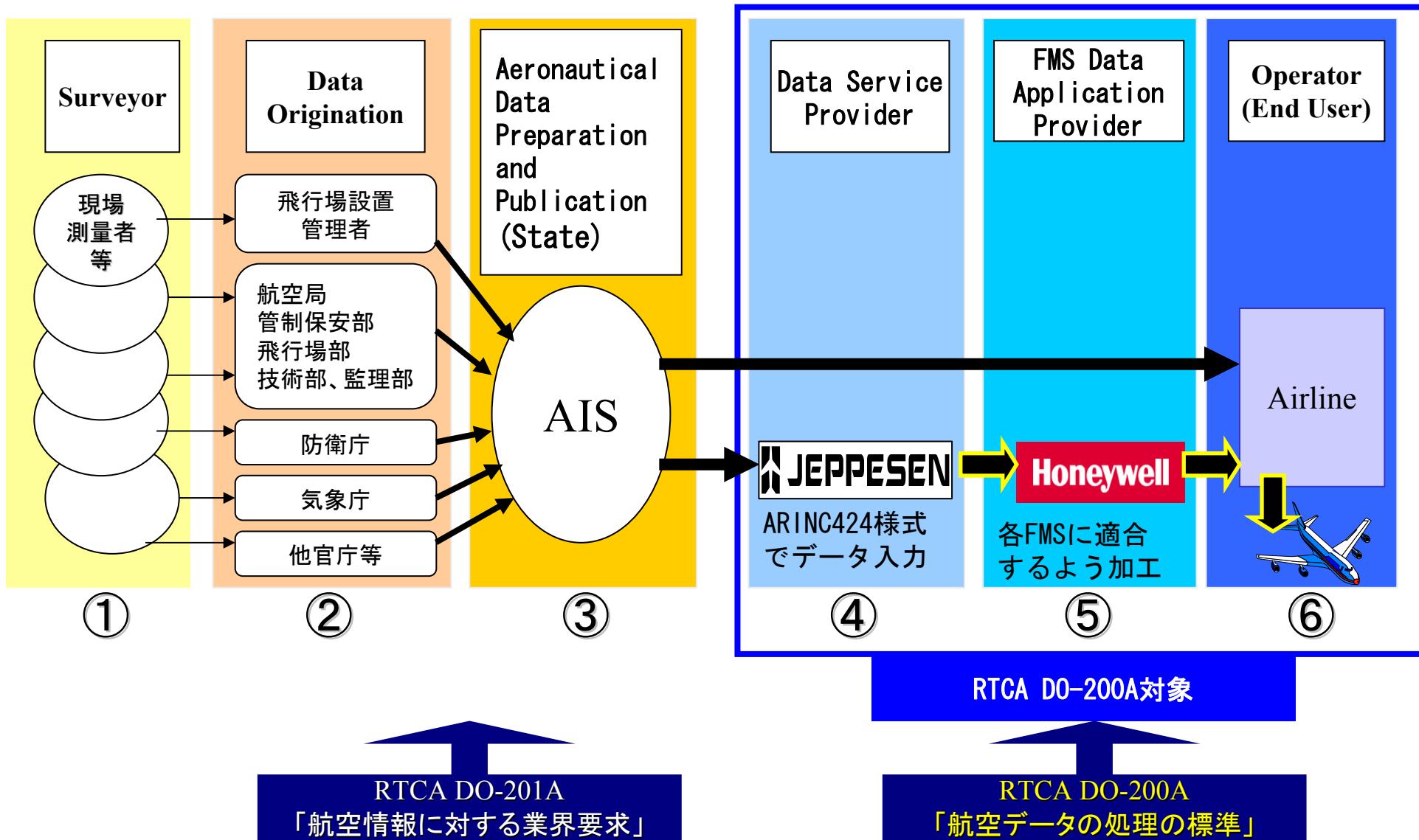
- 高品質・完全性を保証するために必要な航空情報に対する要求要件
- RNP空域におけるRNAV運航に重点がおかれた、航空業界からの航空情報に対する要求要件



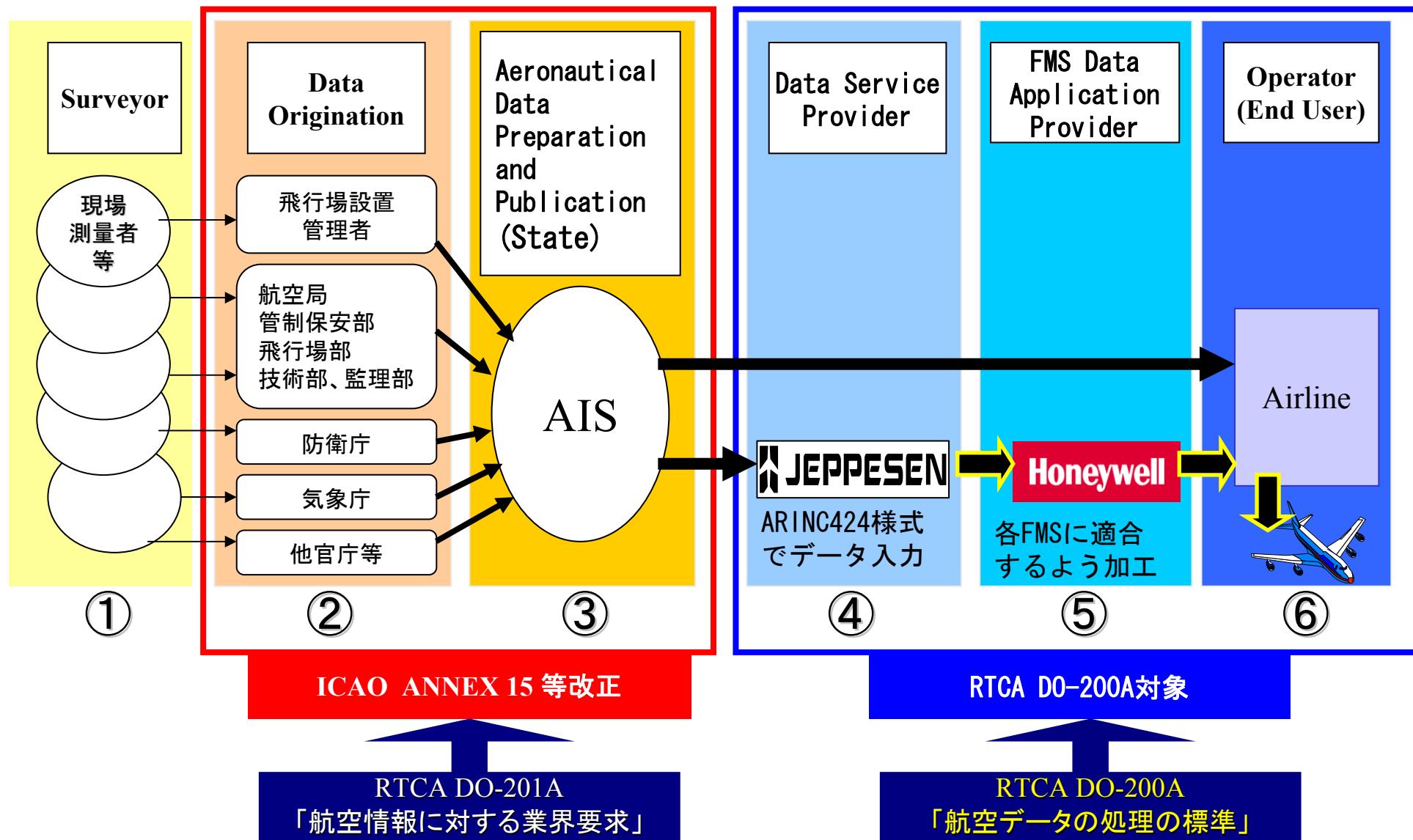
RTCA

ICAO 第15附屬書(航空情報)の改正

航空情報の品質管理 その1



航空情報の品質管理 その2



DATA CHAINの課題 (データ生成～エンドユーザー利用までの一貫した品質管理)

AIS & AIM Enhancement project in JAPAN

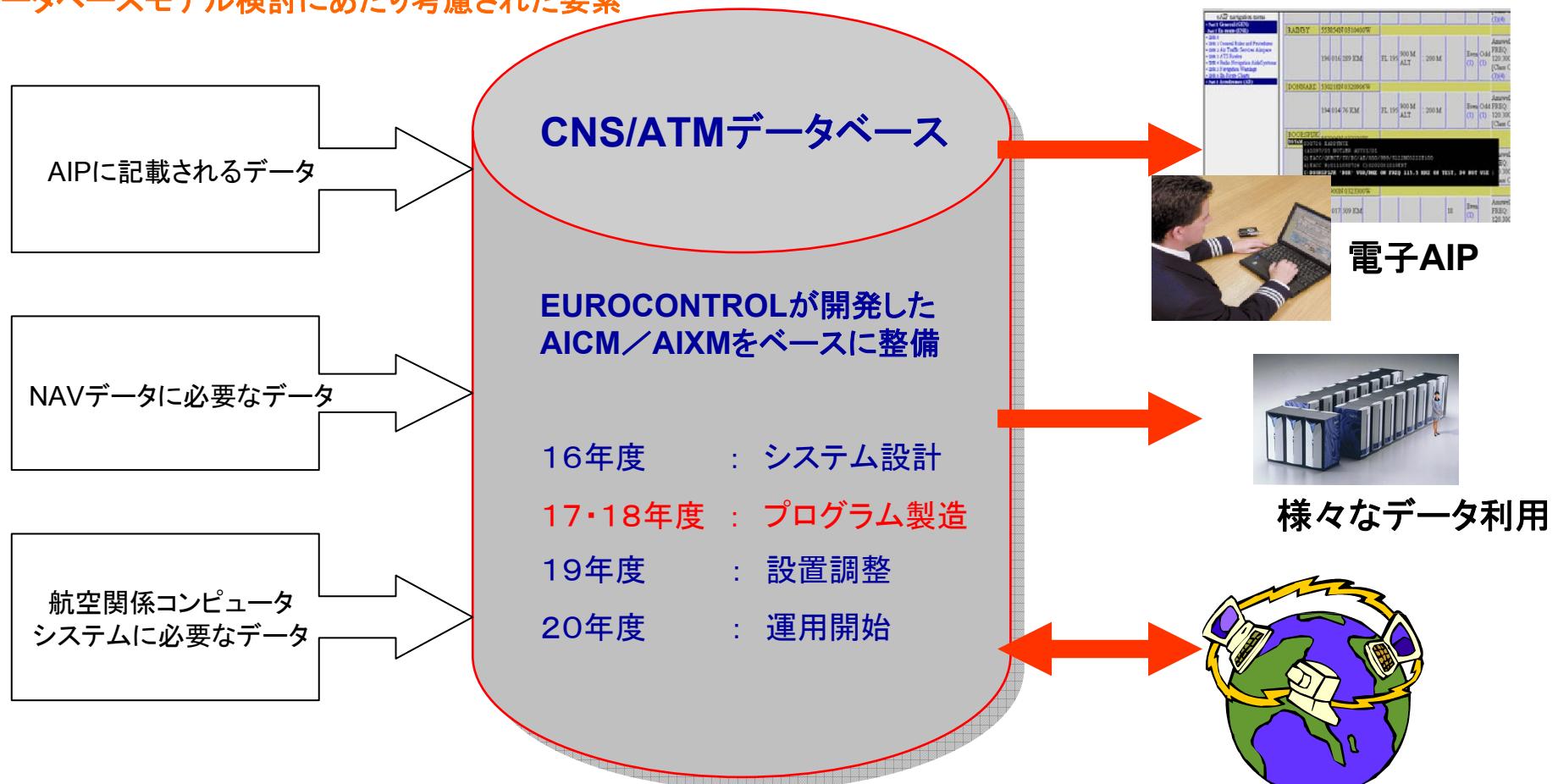
7. 我が国の航空情報高度化計画

我が国の航空情報高度化

- ・ 航空情報センターの設立(平成19年度)
- ・ 品質管理システムの導入(平成19年度)
- ・ 航空情報データベース(平成20年度)
- ・ 電子AIPの提供開始(平成20年度)
- ・ 電子航空データの提供開始(平成20年度)

データベース (phase 1)

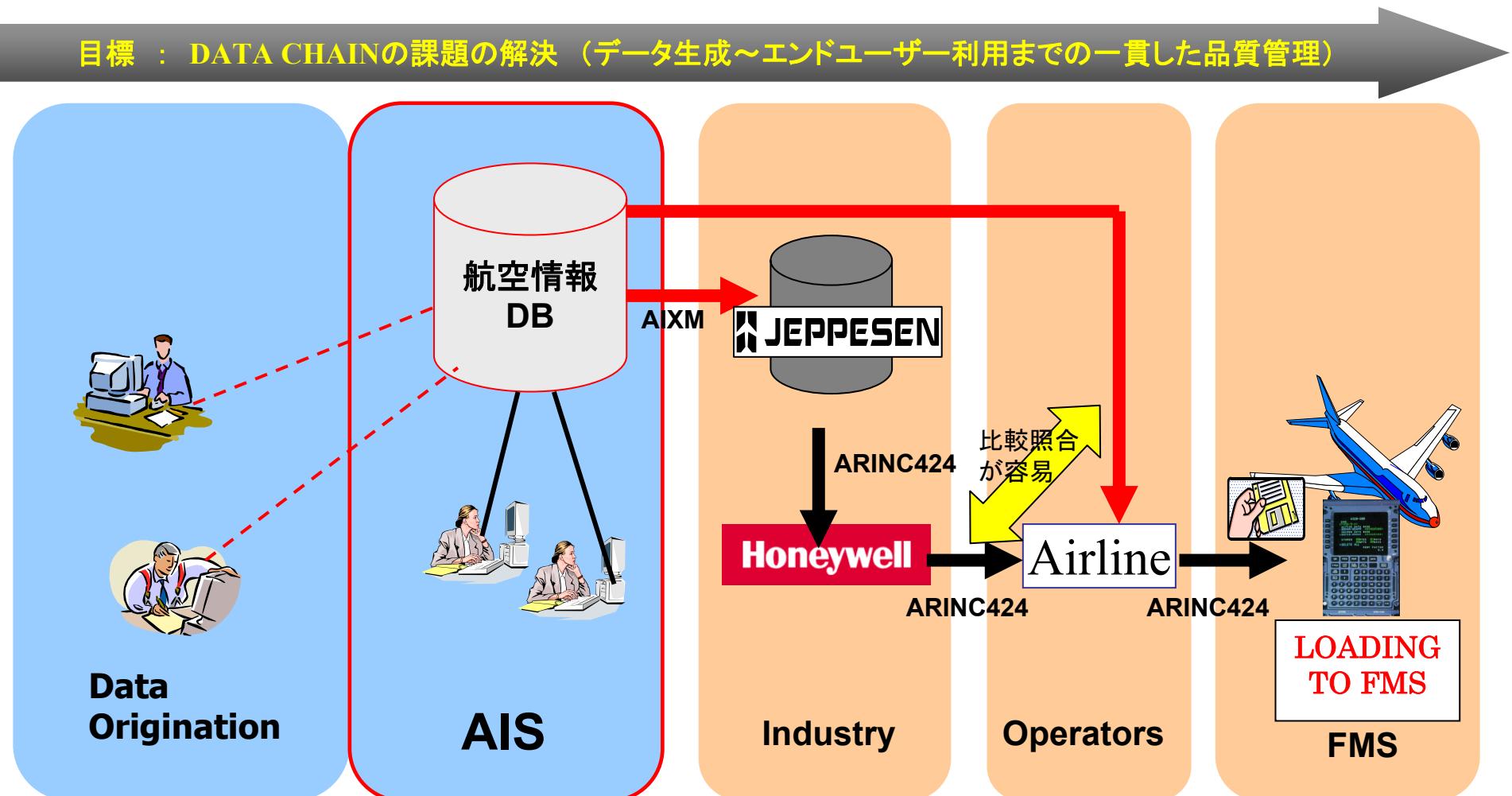
データベースモデル検討にあたり考慮された要素



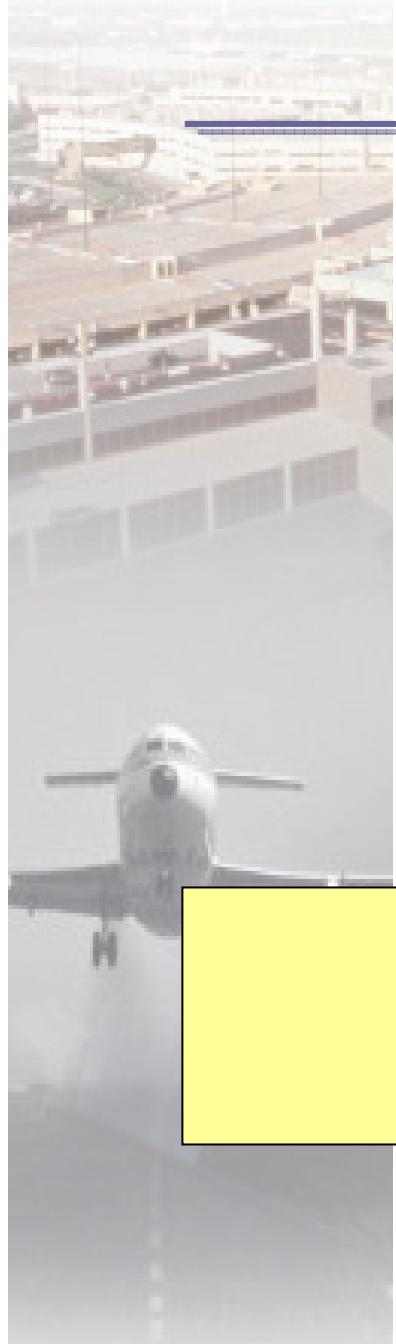
航空情報データベースによるIntegrityの改善

- 航空情報のデータ提供による、RNAV運航に必要不可欠な航法データの**Integrity** の確保
- データ生成レベルでのデータベース利用促進による「一貫した**Integrity**」の確保

目標 : DATA CHAINの課題の解決（データ生成～エンドユーザー利用までの一貫した品質管理）



8. 世界はどうしているのか？



抜粹

Navigation Database Integrity Issues

Dan Hawkes

JAA

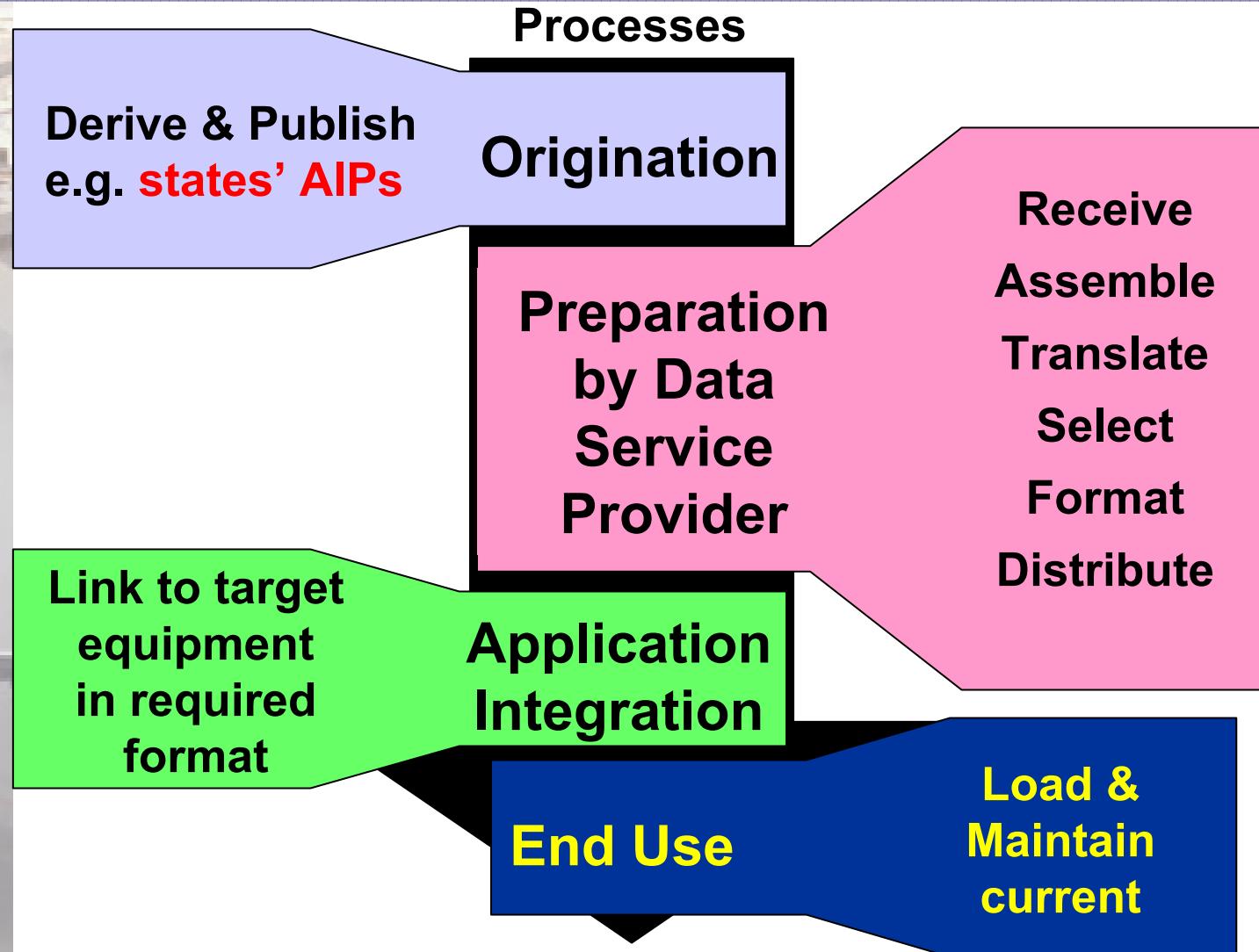
出典：FAA・JAA・ERUROCONTROL主催
CNS／ATMワークショップ資料



JAA
Joint Aviation Authorities

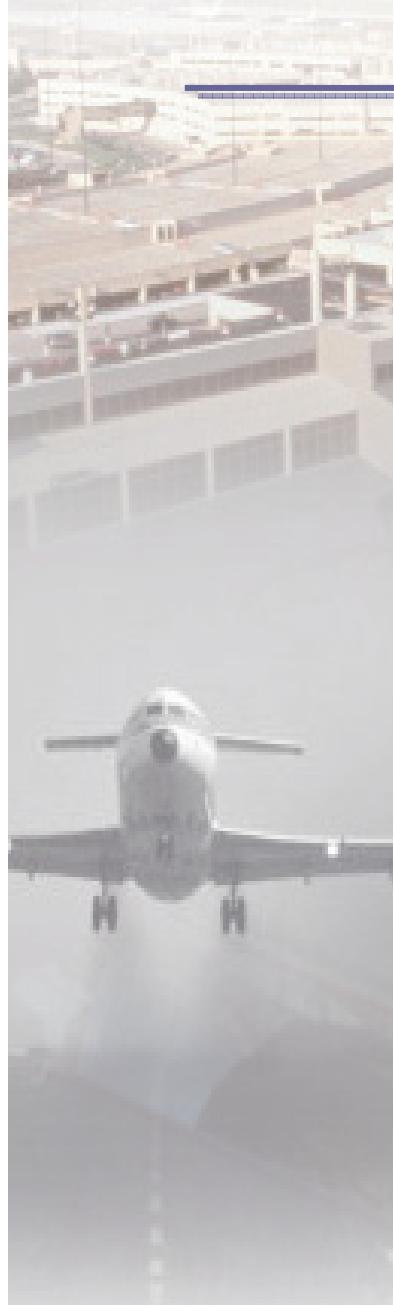


Aeronautical Data Chain Processes



JAA
Joint Aviation Authorities





The Problem

- The quality of aeronautical data used in aircraft navigation databases is critical to safe area navigation operations.
- The requirements for data content and integrity are set out in ICAO Annex 15*.
- However, the processes of the data chain do not have regulatory oversight.
- A study by EUROCONTROL revealed a data integrity level lower than that required by the ICAO Standards.

* Also Annexes 4 and 11, and Doc 9674

- While states are addressing existing inconsistencies, each 28 days of the AIRAC cycle introduces new errors.
- **Data integrity remains a significant cause of concern.**
- It is acknowledged that due to the difficulties in collecting the data, some errors and omissions in the report are to be expected.



JAA
Joint Aviation Authorities



Navigation Data Origination

Consequences

- If this is not improved, Precision RNAV implementation, which is currently well advanced in Europe, and the RNP-RNAV mandate planned for 2010 could be delayed.
- The European experience must cast doubt on the wisdom of granting operational approvals for critical RNAV operations world-wide !



JAA
Joint Aviation Authorities



Data Integrity for Precision RNAV

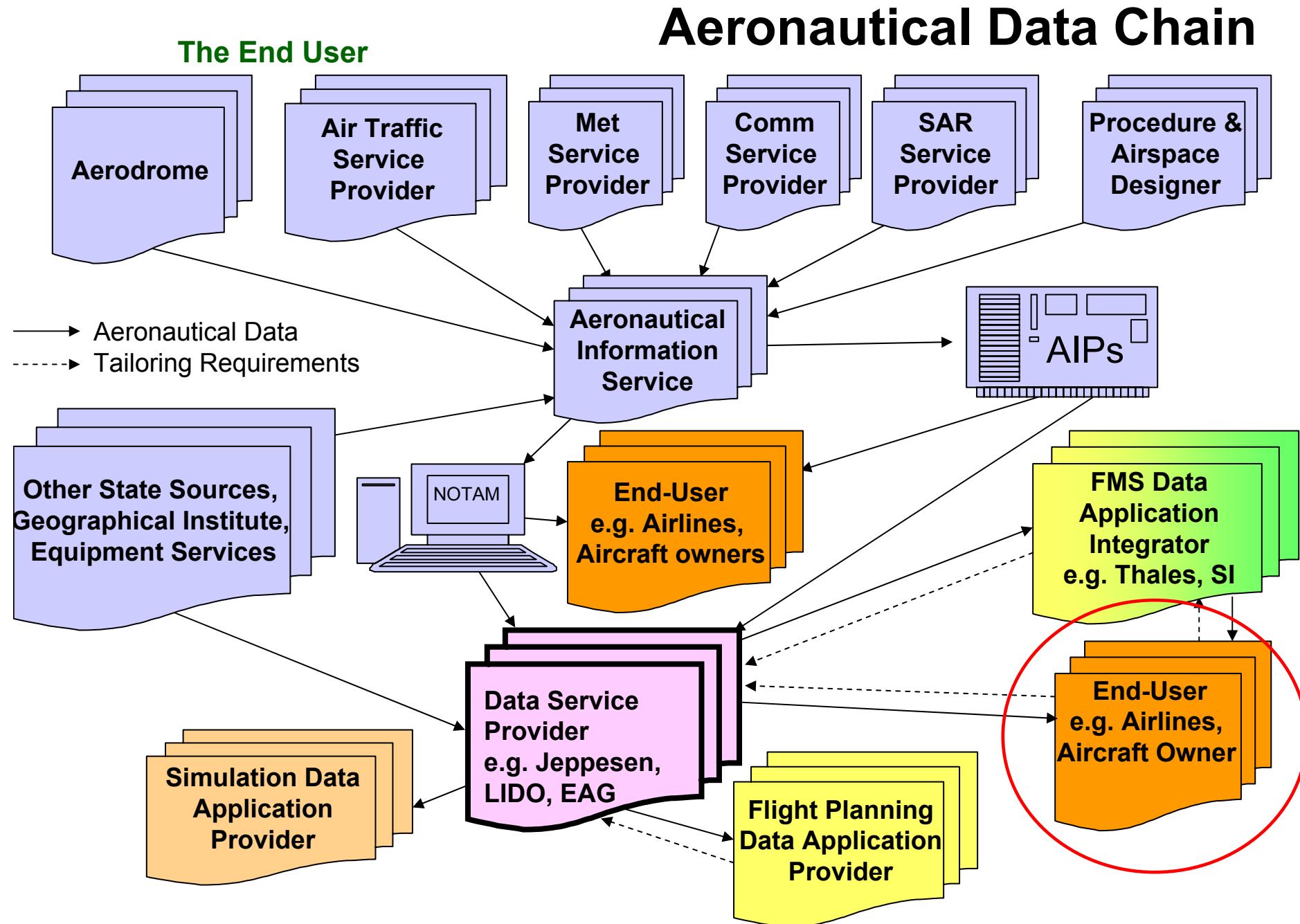
- For the current situation, the operator, as the “end-user”, has the burden of verifying the integrity of the data.
- JAA TGL No. 10 requires operators to obtain navigation data from an “Approved Supplier” or provide an alternative method for data integrity checking.
- Today, there are no approved suppliers.



JAA
Joint Aviation Authorities

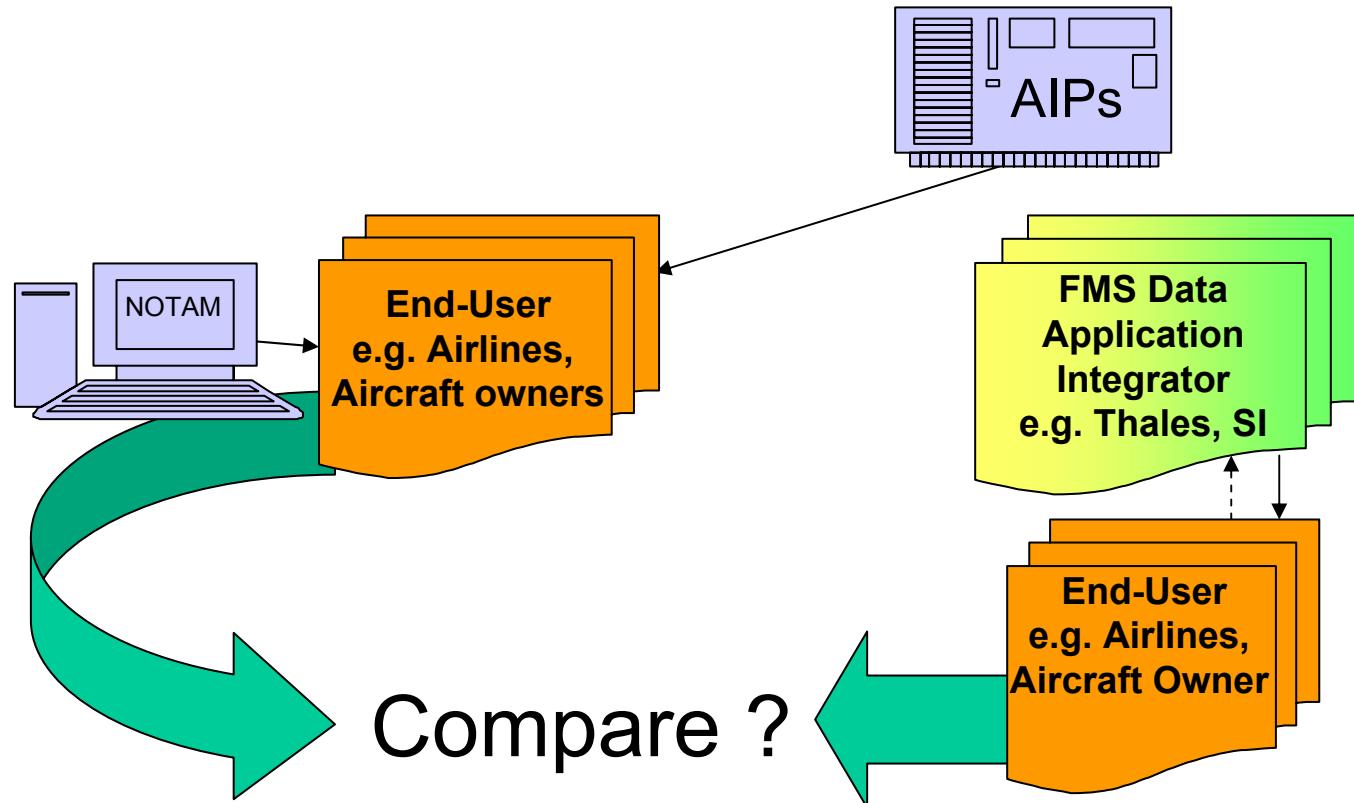


Role of the Aircraft Operator



Operator Verification (1)

What operators are attempting today...



JAA
Joint Aviation Authorities



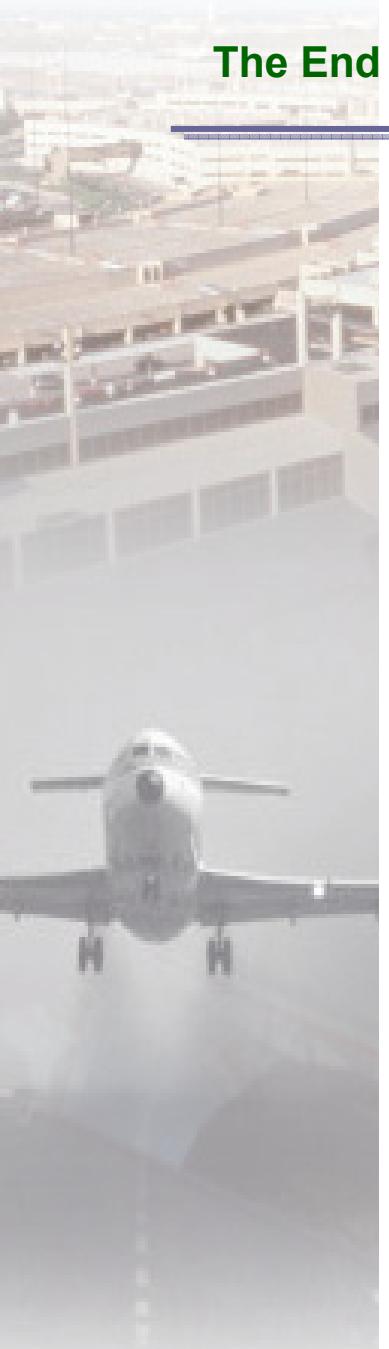
Operator Verification (2)

- The problem is that manual checking by operators is impractical due to the many database variants and short AIRAC cycle.
- Operators report that they do not have the resources or suitable tools to perform this task.
- The task will become even more difficult once numerous P-RNAV procedures are implemented.



JAA
Joint Aviation Authorities





The End User

Pilot Checking of Loaded Data

- The display of the instrument procedure should be compared by the pilot against the chart information.
- Could be different providers but both could be produced from same (wrong) ARINC 424 data.
- Are we expecting too much at the end of a weak chain?
- **Navigation data integrity is an obstacle on the critical path for P-RNAV.**



JAA
Joint Aviation Authorities





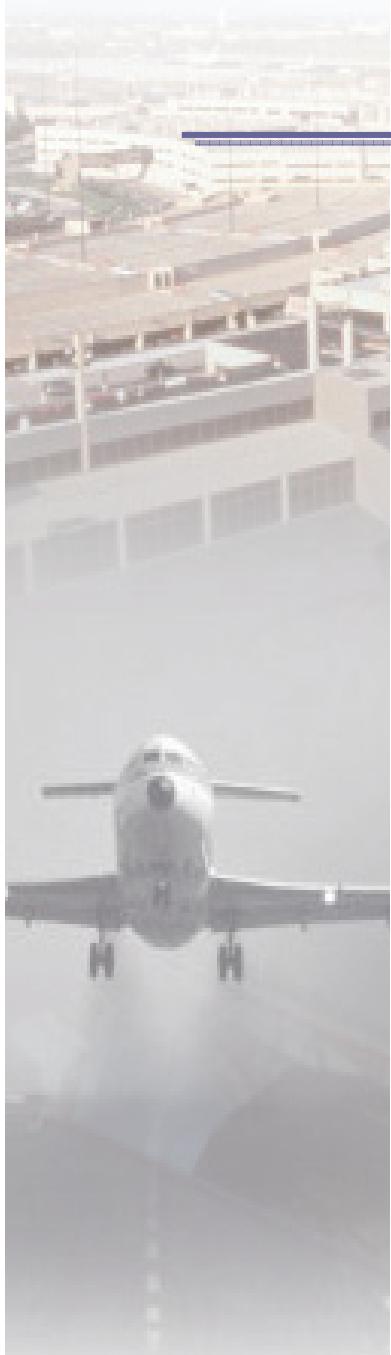
A Way Forward?

- With the goal of relieving the operator's burden, data quality needs to be ensured at all stages of the chain.
- Electronic data capture and processing to avoid transcription errors can help.
- An electronic AIP would assist comparison of the final database with the original data.
- Who should make this comparison?
- Regulatory oversight needed end-to-end.



JAA
Joint Aviation Authorities

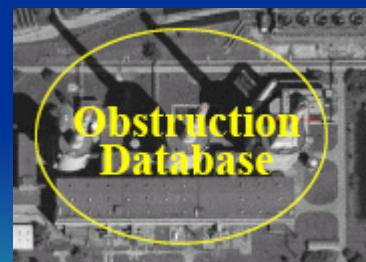




The European AIS Database

- EUROCONTROL has sponsored an electronic database development with 8 pilot clients, both state and commercial.
- The product can be offered in ARINC 424 format or the Aeronautical Information Conceptual & Exchange Model (AICM / AIXM).
- The service was demonstrated on 9th May 2003.
- Tentative operational start is scheduled for 6th June 2003.

10. 航空情報業務におけるGIS技術の導入



ICAO 第15附属書 第33号改正 ①

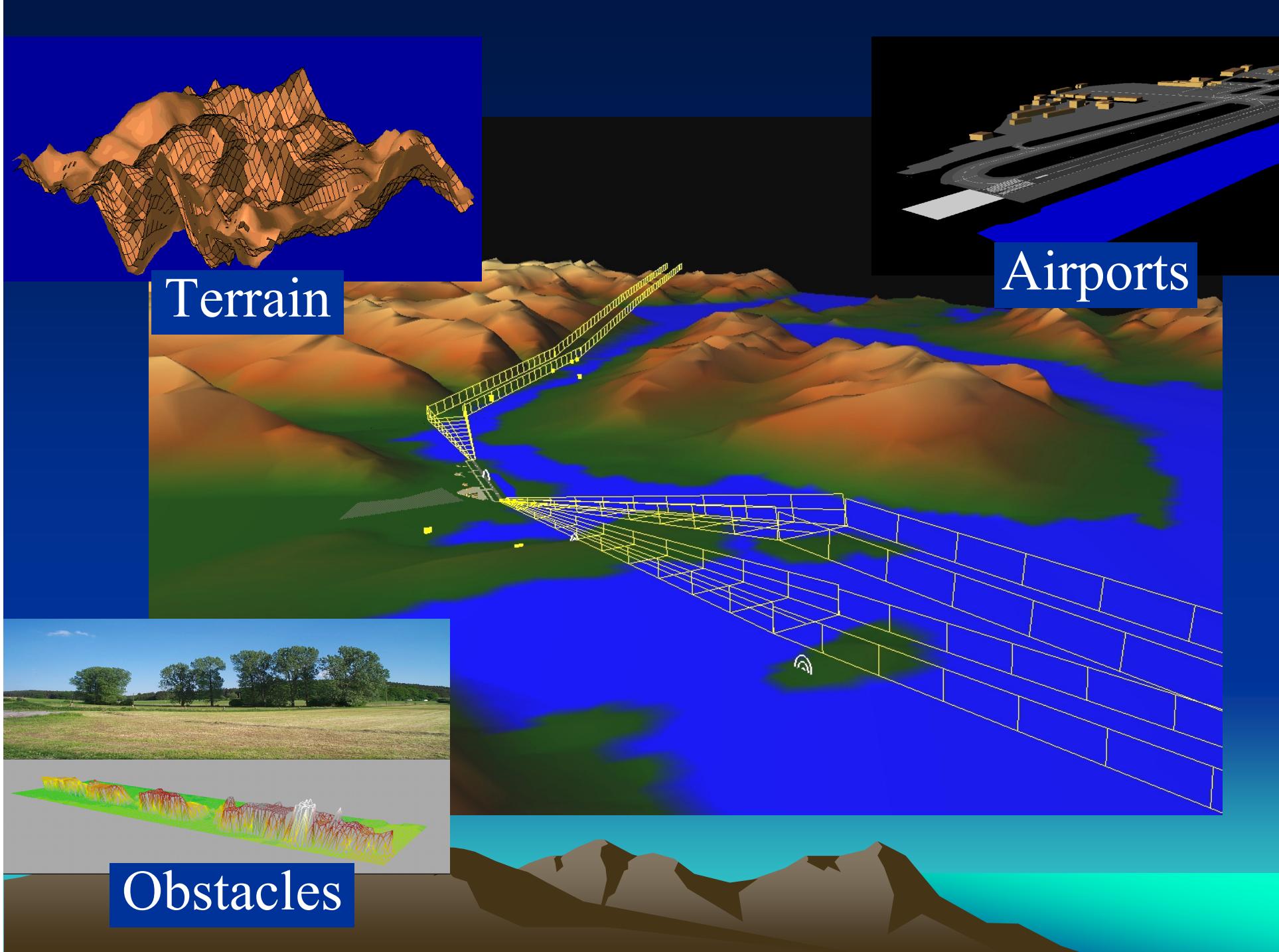
(2004年11月25日適用)

- **電子地形・障害物データの規定**

- **電子地形・障害物データの多角的な利用**
今後次の種々の用途に使用される基幹データとなる

- 航空機の地表接近警報装置(EGPWS)・最低安全高度警報システム(MSAW)のためデータ
- 進入復航・離陸上昇段階で非常事態発生時的方式の策定のためのデータ
- 航空機運用限界の分析のためのデータ
- 計器進入・出発方式の設計のためのデータ
- 航空路上での緊急事態発生時の緊急着陸地点の判断のためのデータ
- A-SMGCSのためのデータ
- 航空図・航空機上のデータベースのためのデータ





ANNEX15 第33号改正 ②

- 電子地形・障害物データの範囲と適用日

範囲の種類	地 形	障害物
エリア1 (国全体)	○	○
エリア2 飛行場標点を中心に半径10km及び45kmの円で囲まれる範囲 (ターミナル管制区域)	○	○
エリア3 (飛行場面)	○	○
エリア4 (CAT II・III運用:電波高度計使用区域)	○	—



エリア2のICAOの要求範囲

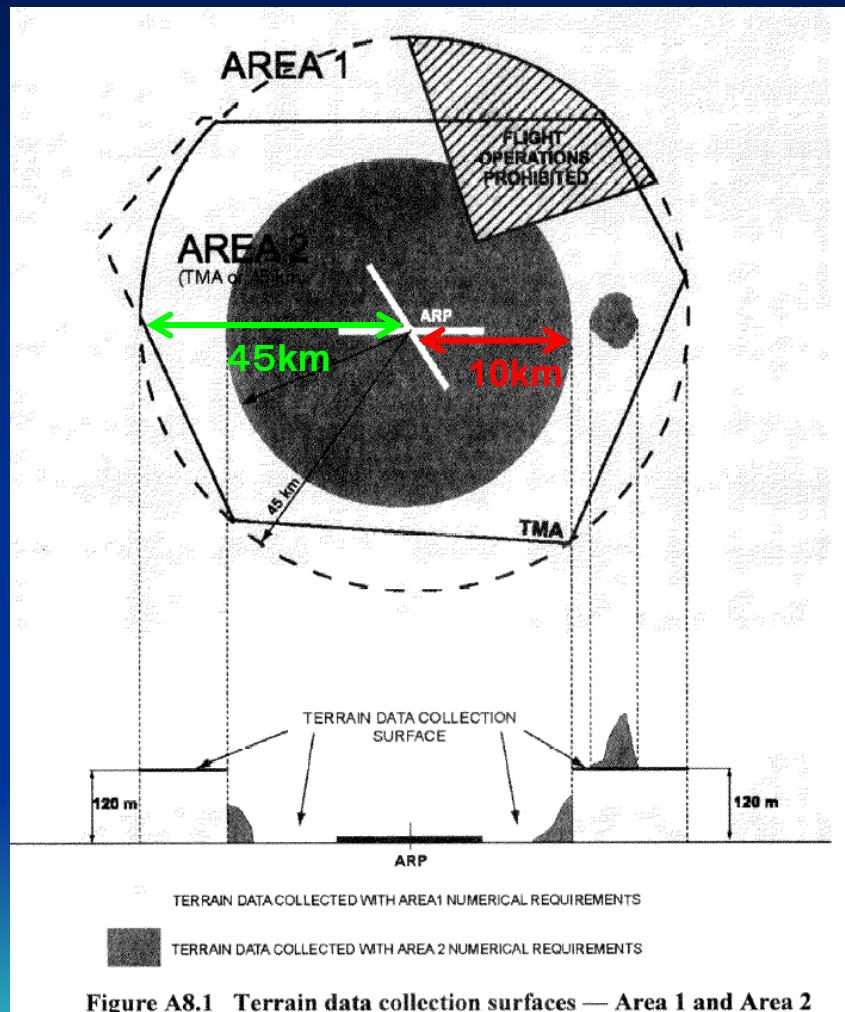


Figure A8.1 Terrain data collection surfaces — Area 1 and Area 2

地形データ

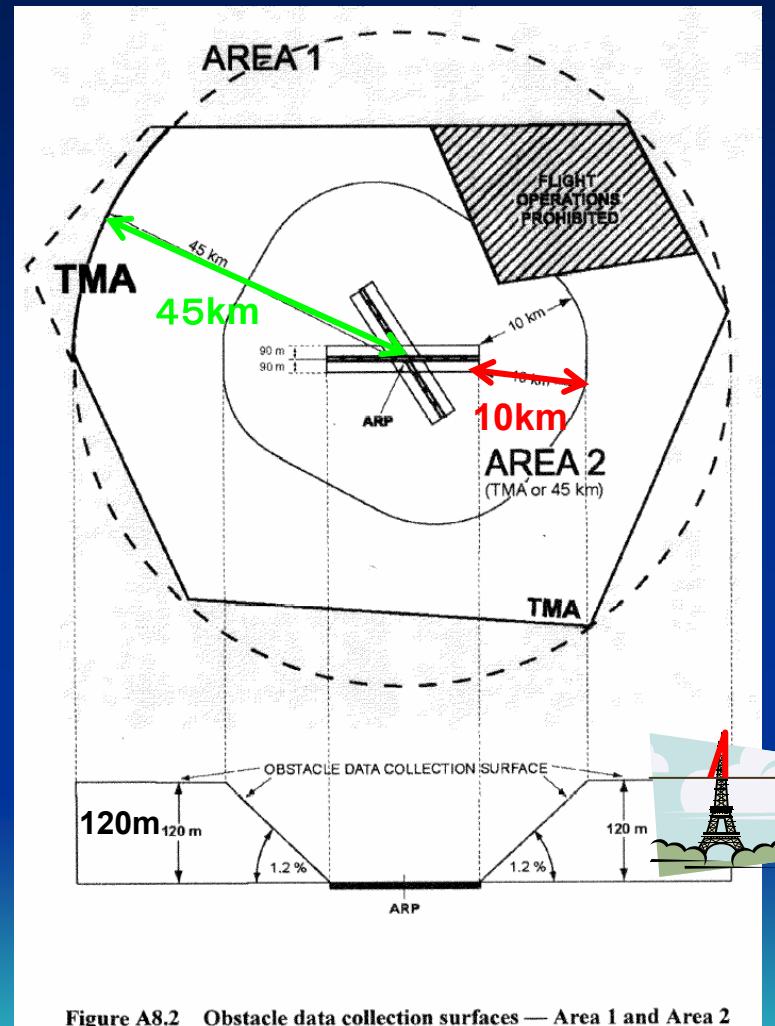
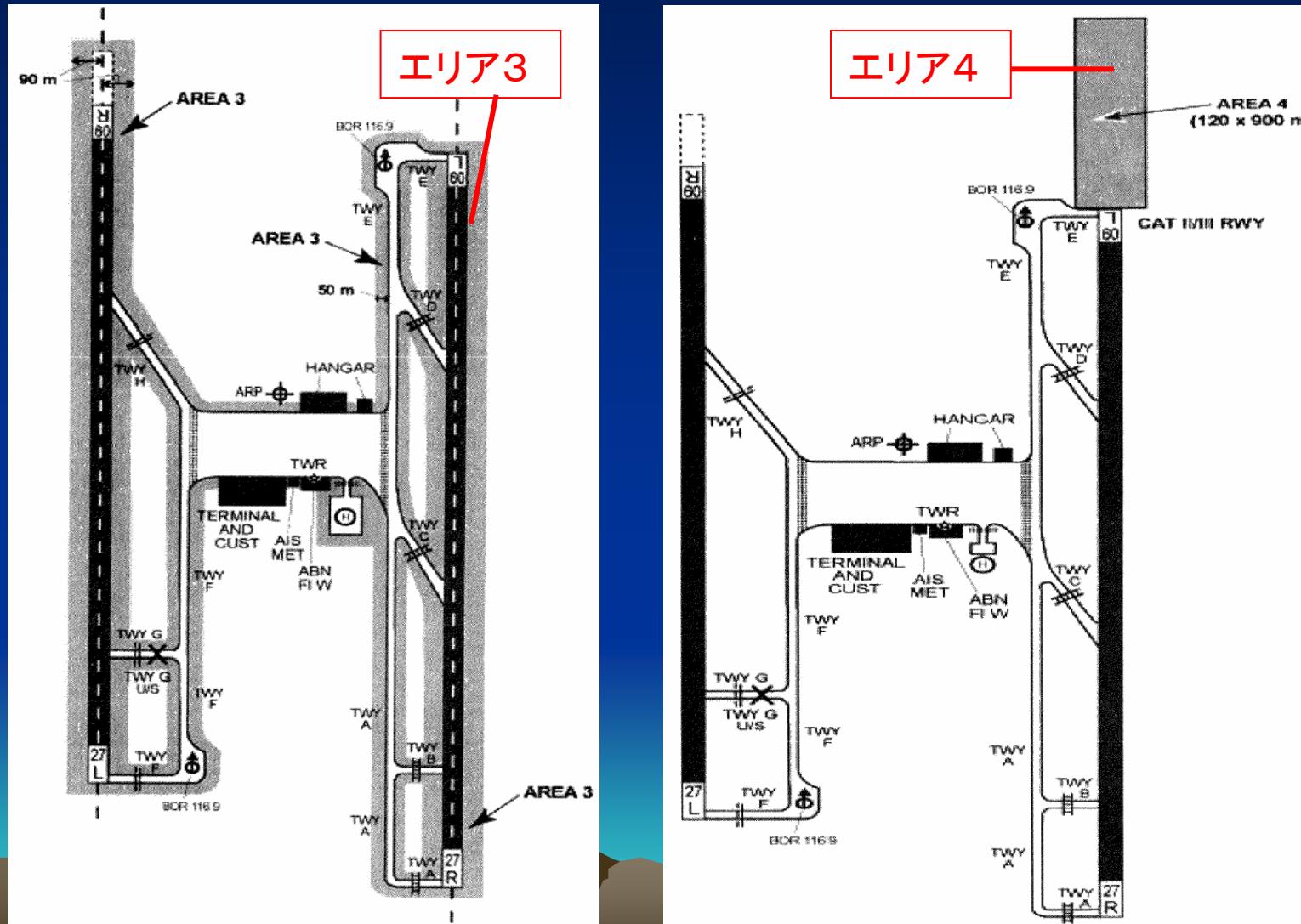


Figure A8.2 Obstacle data collection surfaces — Area 1 and Area 2

障害物データ

エリア3・4のICAOの要求範囲



エリア2の範囲例



ICAO 地形データ 要求要件

精度等

項目	エリア1	エリア2	エリア3	エリア4
1) 間隔	3秒(約90m)	1秒(約30m)	0.6秒(約20m)	0.3秒(約10m)
2) 鉛直方向精度	30m	3m	0.5m	1m
3) 鉛直方向解像度	1m	0.1m	0.01m	0.1m
4) 水平方向精度	50m	5m	0.5m	2.5m
5) 信頼度	90%	90%	90%	90%
6) 完全性	$R \cdot 10^{-3}$	$E \cdot 10^{-5}$	$E \cdot 10^{-5}$	$E \cdot 10^{-5}$

属性

地形データの属性	必須/オプション	想定される内容
範囲	必須	Lat 30N to Lat 40N, Long 80W to Long 90W
データ源のID	必須	(データ管理者が入力)
取得方法	必須	地図のデジタイジング
間隔	必須	Lat50m, Long 50m
水平方向基準システム	必須	WGS-84
水平方向解像度	必須	0.1秒
水平方向精度	必須	17m
水平方向信頼性	必須	90%
水平方向位置	必須	$30^{\circ} 12' 30'' N, 123^{\circ} 23' 45'' E$
高度	必須	25m
高度基準	必須	DEM中心
垂直方向基準システム	必須	ジオイド
垂直方向解像度	必須	1m
垂直方向精度	必須	5m
垂直方向信頼性	必須	90%
地表面の状況	必須	湿地、水面、万年氷 等
記録された地表面	必須	反射面、地表面 等
焦点レベル	オプション	50%
既知の変化率	オプション	冬季積雪10m
完全性	必須	10^{-5}
日付/時刻	必須	2000年5月
測定単位	必須	メートル

ICAO 障害物データ 要求要件

精度等

項目	エリア1	エリア2	エリア3
1) 鉛直方向の精度	30m	3m	0.5m
2) 鉛直方向解像度	1m	0.1m	0.01m
3) 水平方向精度	50m	5m	0.5m
4) 信頼度	90%	90%	90%
5) 完全性	$R 10^{-3}$	$E 10^{-5}$	$E 10^{-5}$
6) 更新間隔	必要時	必要時	必要時

属性

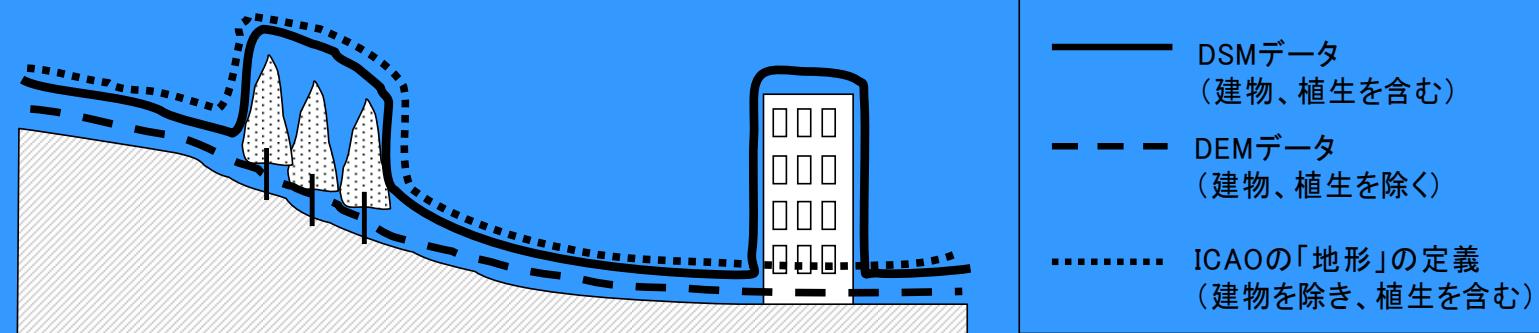
障害物データの属性	必須/オプション	想定される内容
範囲	必須	Lat 30N to Lat 40N、 Long 80W to Long 90W
データ源のID	必須	(データ管理者が入力)
障害物のID	必須	(データ管理者が入力)
水平方向精度	必須	5m
水平方向信頼性	必須	95%
水平方向位置	必須	30° 12' 30" N, 123° 23' 45"
水平方向の広さ	必須	周囲10m
水平方向基準システム	必須	WGS-84
高度	必須	150m
垂直方向精度	必須	2m
垂直方向信頼性	必須	90%
高度基準	必須	DEM中心
垂直方向解像度	必須	0.1m
垂直方向基準システム	必須	ジオイド
垂直方向精度	必須	0.5m
障害物の種類	必須	塔、ビル、木、送電線、風車、船など
幾何学上の種類	必須	点、線、多角形
完全性	必須	10^{-5}
日付/時刻	必須	2000年5月
測定単位	必須	メートル
障害物の運用	オプション	昼間のみ
影響	オプション	半径10m以内

地形データ、障害物データとは？

● DSMとDEM

DSM (Digital Surface Model) とは、建物や植生などを全て含むデータであり、DEM (Digital Elevation Model) とは、DSMから、建物や植生を取り除いたデータである。

ICAOにおける地形の定義は、植生を含み、建物を除くので、DSMデータから建物を除くか、DEMデータに植生を加えなければならない。

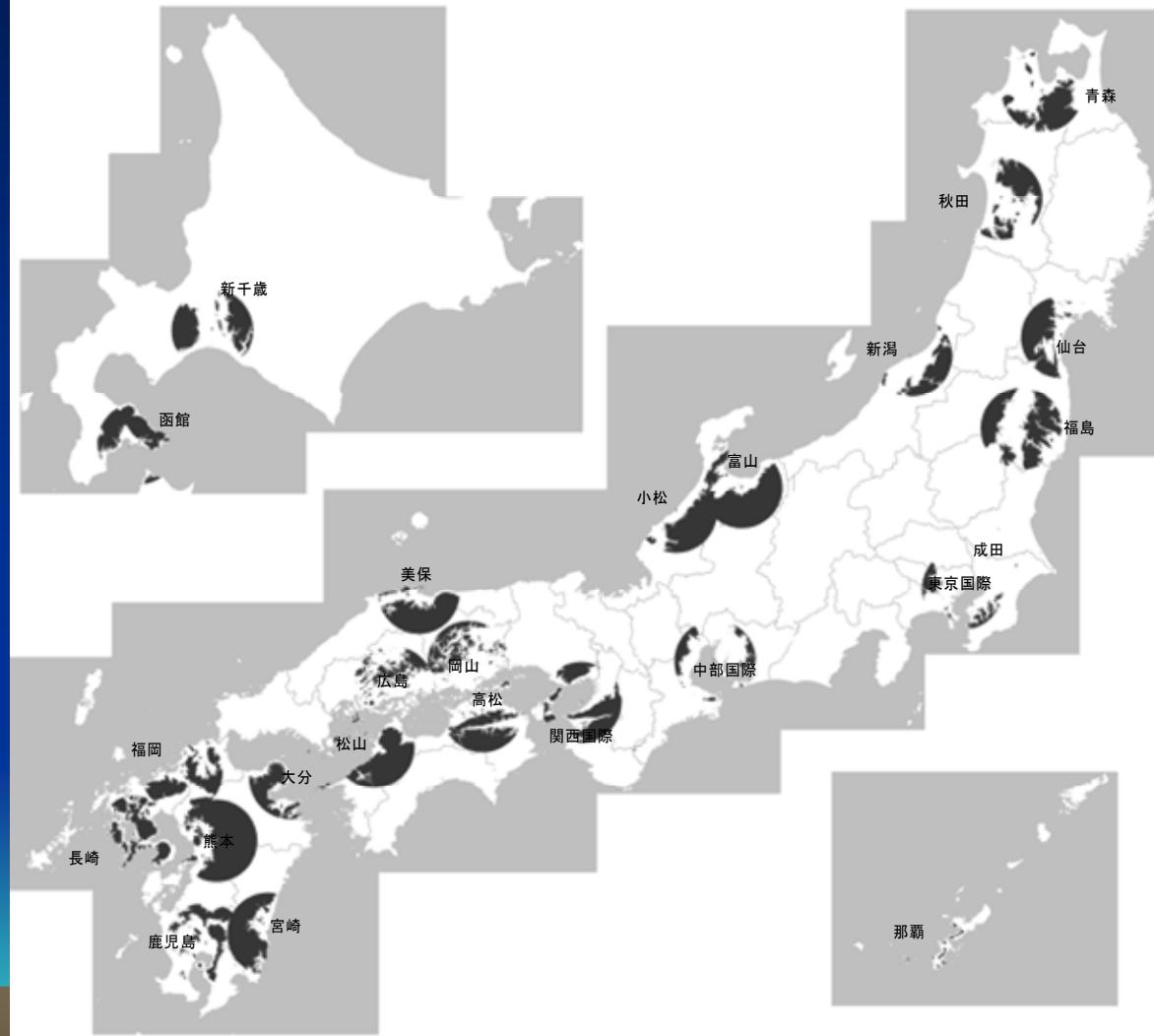


地形・障害物データの入手

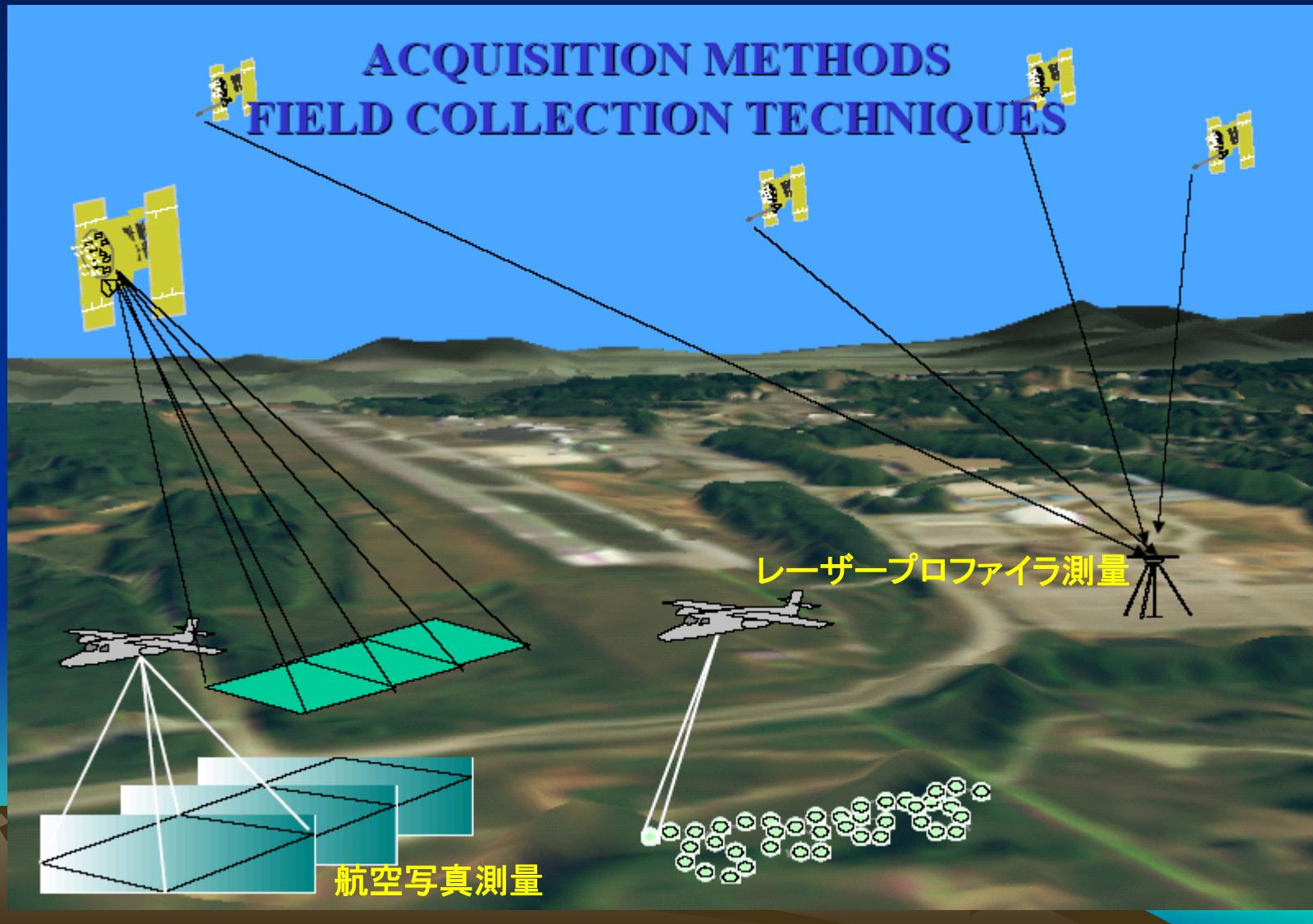
- エリア1の地形データは、国土地理院のデータ(DEM)が利用可能か
ただし、**植生を加える処理が必要**
属性については、他の民間データが利用可能か
- エリア1の障害物データは、**全国調査が必要**
- エリア2～4の地形データは、国土地理院のデータはカバーしていない
一部民間測量事業者のデータが利用可能
大半は、レーザープロファイル測量または写真測量が必要か
- エリア2～4の障害物データは、**上記測量データを活用可能**



エリア2の測量範囲



測量方法

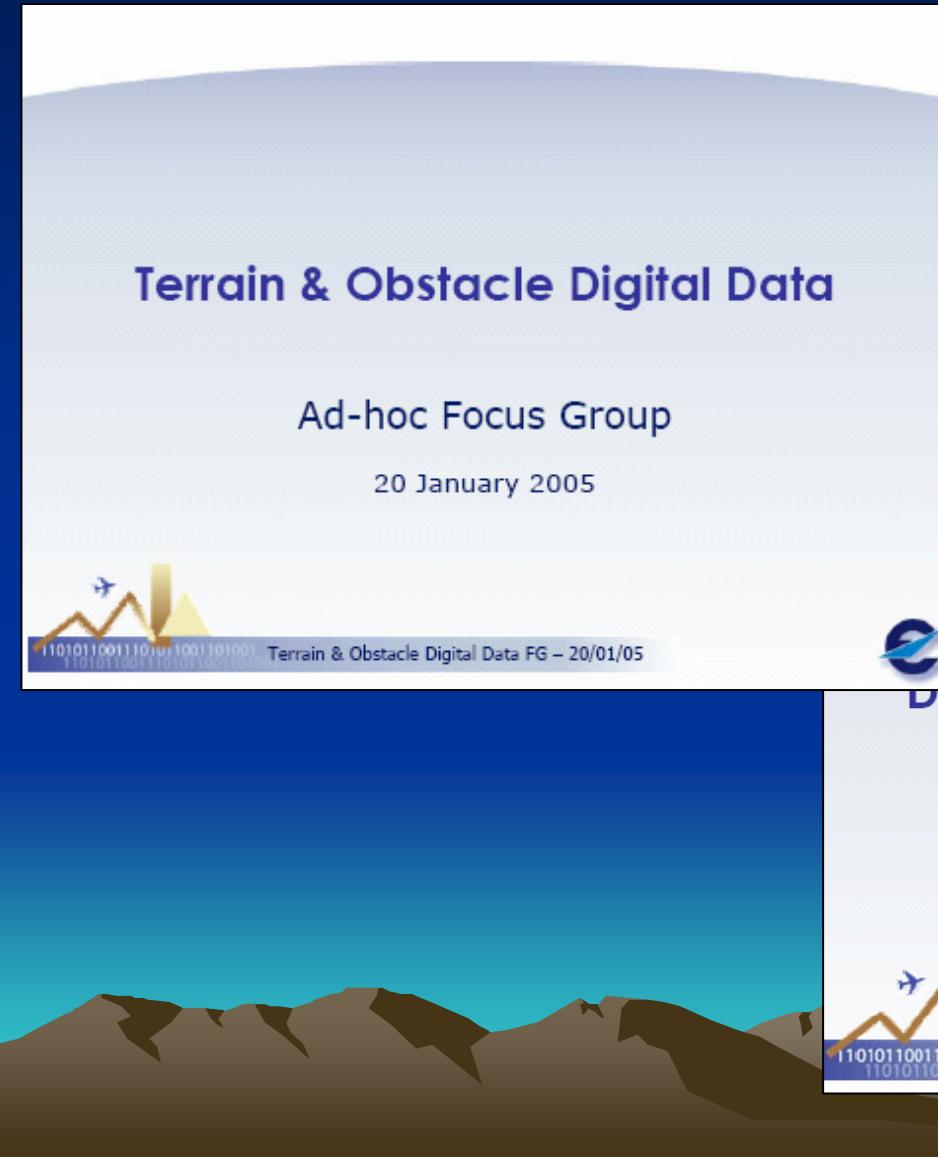


検討事項

- ・ エリア1の障害物データ調査方法
- ・ エリア2～4の地形・障害物データの入手方法
(既存データの有効活用、コストの圧縮策も含む)
- ・ 各エリアのデータ収集の実施主体
- ・ 各データの更新方法



世界で今、同じ取り組みが....



Terrain & Obstacle Digital Data

Ad-hoc Focus Group

20 January 2005

 (11010110011101011001101001) Terrain & Obstacle Digital Data FG – 20/01/05

EUROCONTROLの資料



**Annex 15 Amdt 33 Overview
&
Digital Terrain & Obstacle Requirements**

Roy Langridge, Stasys, Ltd

 (11010110011101011001101001) Terrain & Obstacle Digital Data FG – 20/01/05



我が国の作業工程(調査)

16年度調査

- ICAO改正の内容分析
- 我が国保有GISデータの状況調査
- 対処方針(荒案)の策定

17年度調査

- 作業部会の設置
 - エリア1の障害物調査方法決定
 - エリア2～4の地形・障害物の測量方法決定
 - エリア2の測量実施主体の決定
 - データの更新方式の決定

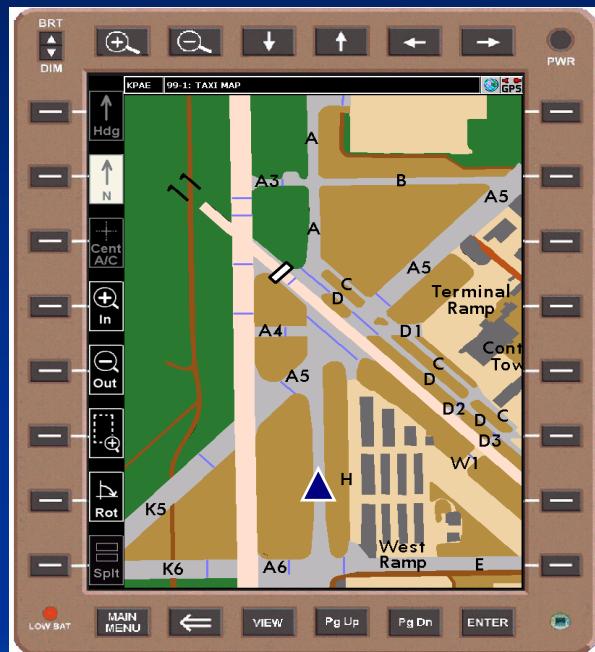
18年度調査予定

- データベースを利用した管理方式の検討
- データ提供、交換方式の検討

電子地形・障害物データ提供開始までの計画



今後の電子地形・障害物・空港マッピングデータの利用



Taxi Situation Awareness



Weather & NOTAMs

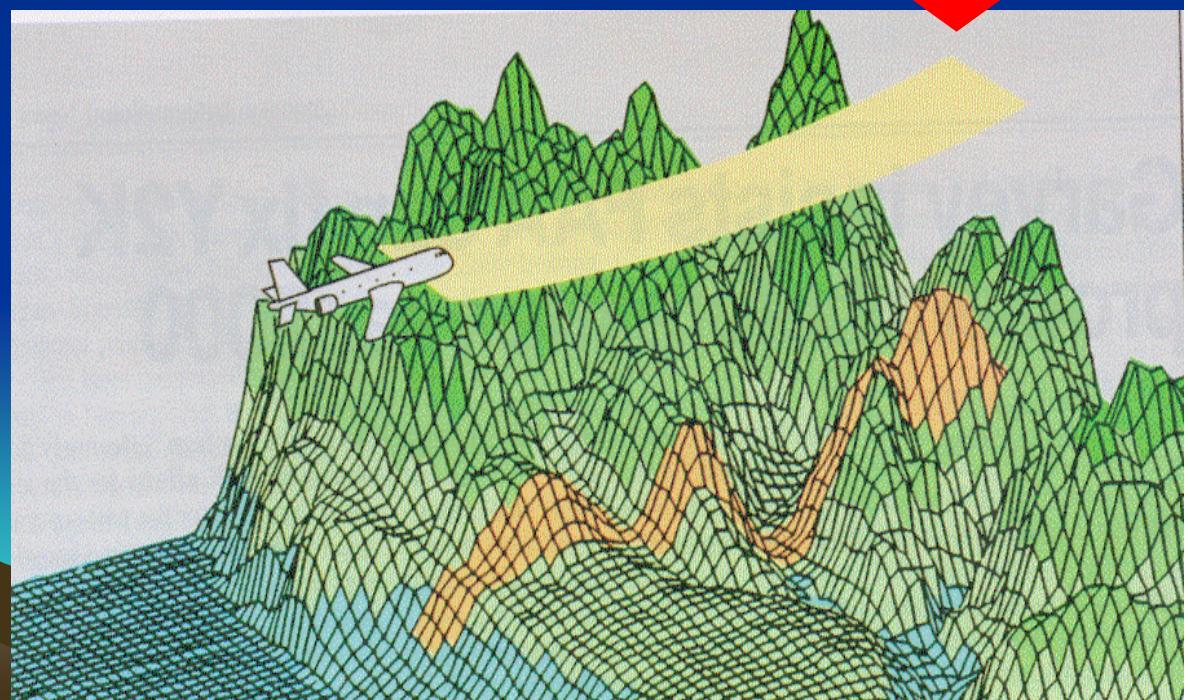


CFIT(地上との衝突)防止

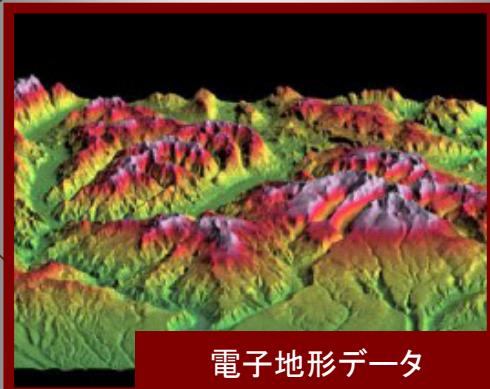


EGPWS
(航空機地上接近警報システム)

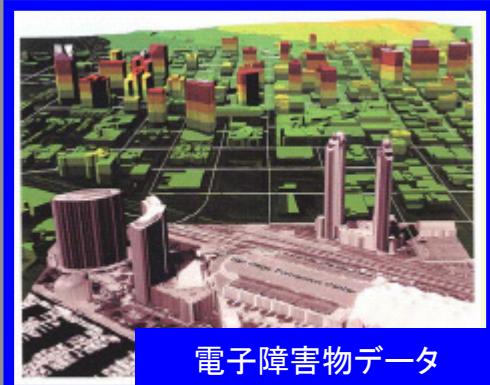
自機の位置と、機上のコンピュータに格納された
地形・障害物データとを照合し、危険が迫れば警報



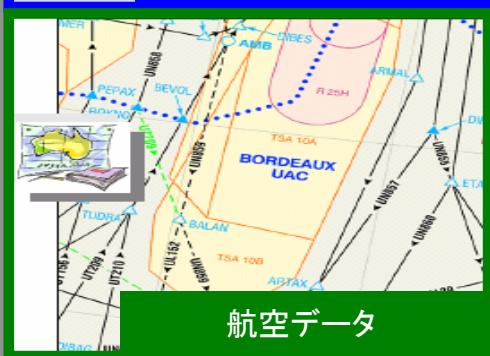
ハイジャック犯によるテロ行為に対抗！



電子地形データ



電子障害物データ

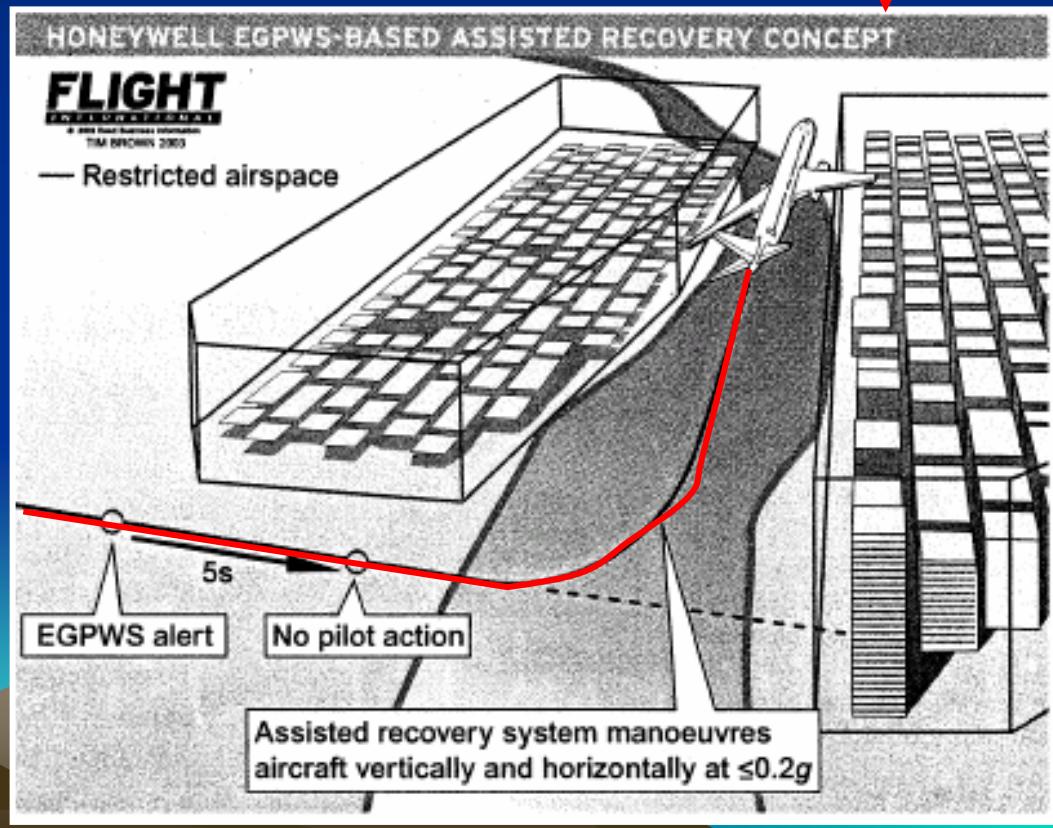


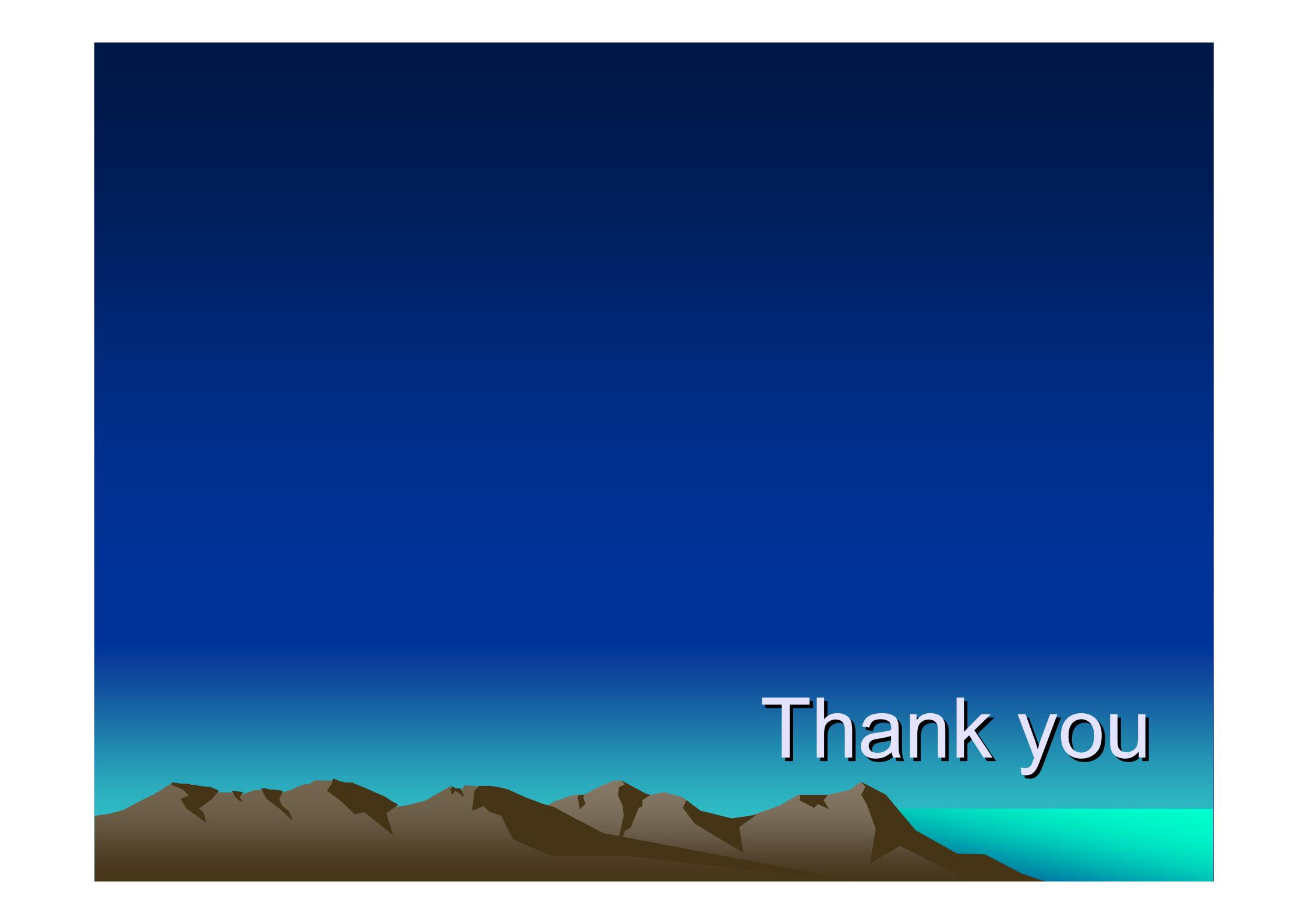
航空データ

航空情報センター

EGPWS

(航空機地上接近警報装置)





Thank you