

第37回

ATS シンポジウム

安全で効率の良い運航と航空管制

2015年10月24日(土)

午前10時～午後5時

会場／野村不動産天王洲ビル ウイングホール

◇ 基調講演

シームレス ATM に向けた取組みと空域調整の現状と将来

◇ 研究発表

- ① 適切でない管制用語の使われ方
- ② 巡航からの降下
- ③ 高度制限の再確認

主催 一般財団法人航空交通管制協会
公益社団法人日本航空機操縦士協会

後援 国土交通省航空局

第37回 ATS シンポジウム プログラム

- 10:00 ◇ 開 会
10 ◇ 基調講演
「シームレス ATM に向けた取組みと空域調整の現状と将来」
国土交通省航空局交通管制部管制課長
今込 毅 氏
質疑応答
- 11:20 ◇ 研究発表
①「適切でない管制用語の使われ方」
吉松 聖也 (ANA 機長)
堀井 不二夫 (元航空管制官)
質疑応答
- 12:30 昼 食
- 14:00 ◇ 研究発表
②「巡航からの降下」
高橋 英昌 (元航空管制官)
池羽 啓次 (元日本航空機長)
川島 拓哉 (航空管制官)
質疑応答
- 15:20 休 憩
- 15:40 ◇ 研究発表
③「高度制限の再確認」
佐久間 弓東 (J-AIR 副操縦士)
堀井 不二夫 (元航空管制官)
質疑応答
- 16:50 ◇ まとめ
17:00 ◇ 閉 会

司会 吉松 聖也 (ANA 機長)
堀井 不二夫 (航空交通管制協会)

ATSシンポジウム

シームレスATMに向けた取組
空域調整の現状と将来

航空局交通管制部管制課
空域調整整備室長
久保田 隆

 国土交通省

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成27年10月24日

目 次

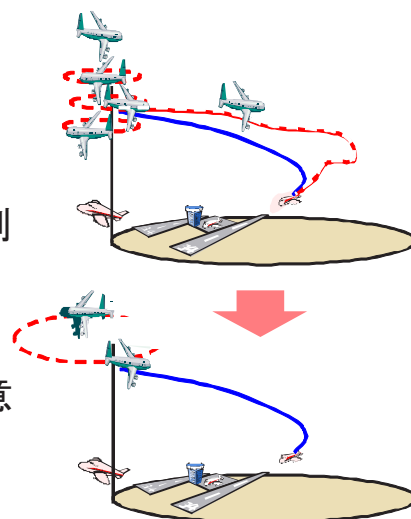
1. 我が国におけるATFM
2. 隣接国とのATFM
3. シームレスATMに向けて
4. 日本の空域の状況
5. 空域の柔軟な運用について
6. FUA
7. 空域の再編について

我が国におけるATFM

ATFMとは

ATFM(交通流管理: Air Traffic Flow Management)

- ・1980年代、米国の大規模な空港において慢性的な空中待機が発生。
- ・主に燃料費削減のため航空会社からの要望により、空中待機時間の短縮のため出発時刻を調整するATFMが開始された。
- ・航空会社との情報共有により、効率的なATFMが実施できることから、CDM(協同的意思決定 Collaborate Decision making)が1990年代前半に、FAAと航空会社の間で開始された。



2

我が国におけるATFM

ATMC設立の背景

- 平成3年(1991年)第10回ICAO航空会議においてCNS/ATM構想が承認された
- 交通量増に伴い、悪天候等にはACCやターミナル管制機関の判断による交通制限が増加
 - ・ 数時間先の交通量を予測する機能なし
 - ・ 空港や空域の処理容量の具体的な数値の定義なし
 - ・ 交通量の調節方式や調整量についても明確な方式なし
- 時には不必要あるいは過大な遅延が発生
 - 定めた方式による一元管理が必要
- 平成6年(1994年)6月航空交通流管理センター(ATFMC)設立
同年10月から一元的なATFMの運用を開始
- 平成17年(2005年)10月に航空交通管理センター(ATMC)発足
ATFMIに加えASM(Air Space Management 空域管理)の機能を追加

3

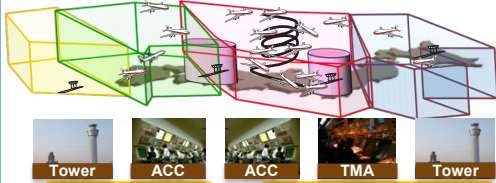
我が国におけるATFM

ATMCの概要

交通管理(ATM)の必要性・効果

航空管制

管制官は、各々が責任を持つ管轄空域において、安全かつ円滑な航空交通を確保する。



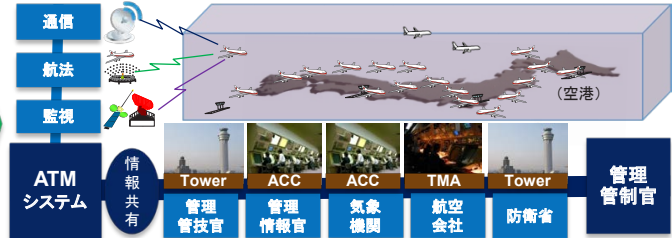
関東周辺の混雑状況が、九州や北海道では把握困難

関東の空中待機解消困難
↓
交通輻輳 消費燃料増

空港や空域における航空機の取扱い能力に対して、交通需要が同レベルまで近づいている状況では、全体を管理するATMCが必要
現在(米国、欧州、日本) 中国・韓国は2017予定

交通管理(ATM : Air Traffic Management)

通信 (Communication)、航法 (Navigation)、監視 (Surveillance) における新技術を活用し、機上システムと地上管制(ATM)システムとの連携により、関係者による航空機運航情報の共有を促進し、航空機を、より安全に、より効率的に飛行させる航空交通管理の実現を目指す



ATMC の設立により、航空機情報の一元管理が可能となり、福岡FIR全体で整合性の取れた管制を実現

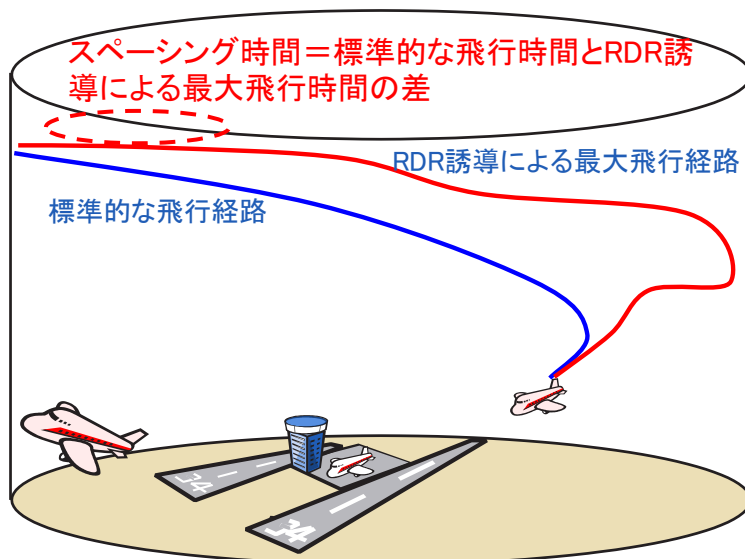
円滑な交通流を実現
安全に寄与
消費燃料/CO2 削減

我が国におけるATFM

羽田空港を目的とする航空機の地上遅延による制御例

$$EDCT = EOBT + TAXING TIME + DLY$$

計算例 { 滑走路処理容量 : 着陸15機/30分
スペーシング時間 : 10分

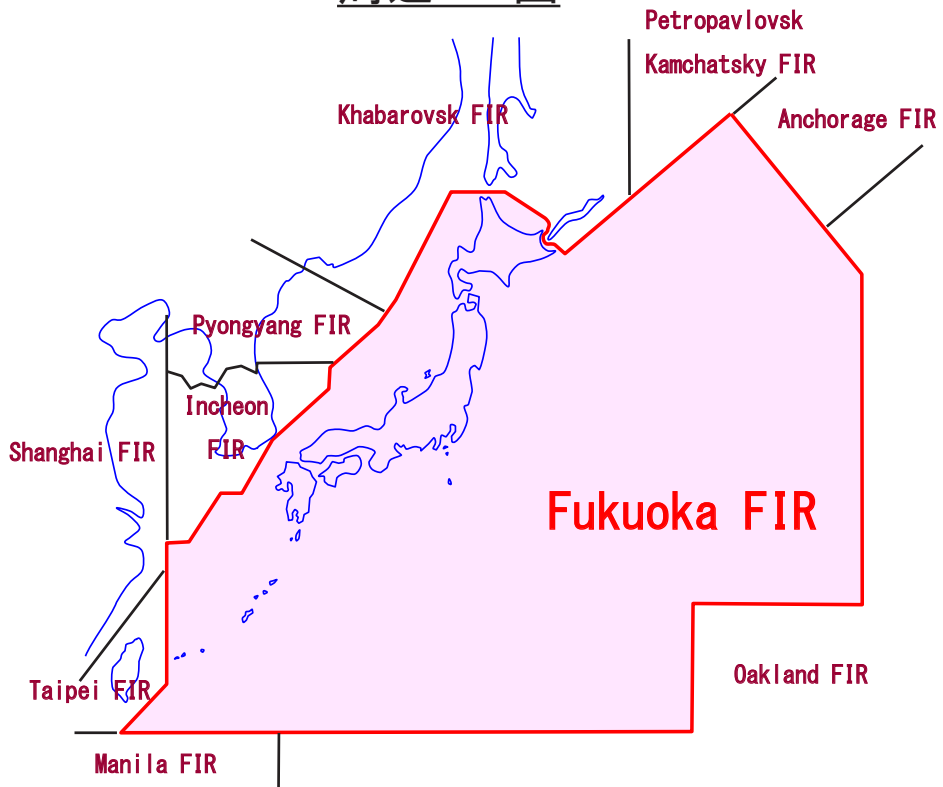


	ETA	ELDG	SPCE	DLY
1	1200	1200	0	
2	1200	1202	2	
3	1201	1204	3	
4	1201	1206	5	
5	1202	1208	6	
6	1202	1210	8	
7	1203	1212	9	
8	1203	1214	11	+1
9	1204	1216	12	+2
10	1204	1218	14	+4
11	1214	1220	6	

ETA: 着陸予定時刻、ELDG: 着陸可能時刻、SPCE: スペーシング時間

隣接国とのATFM

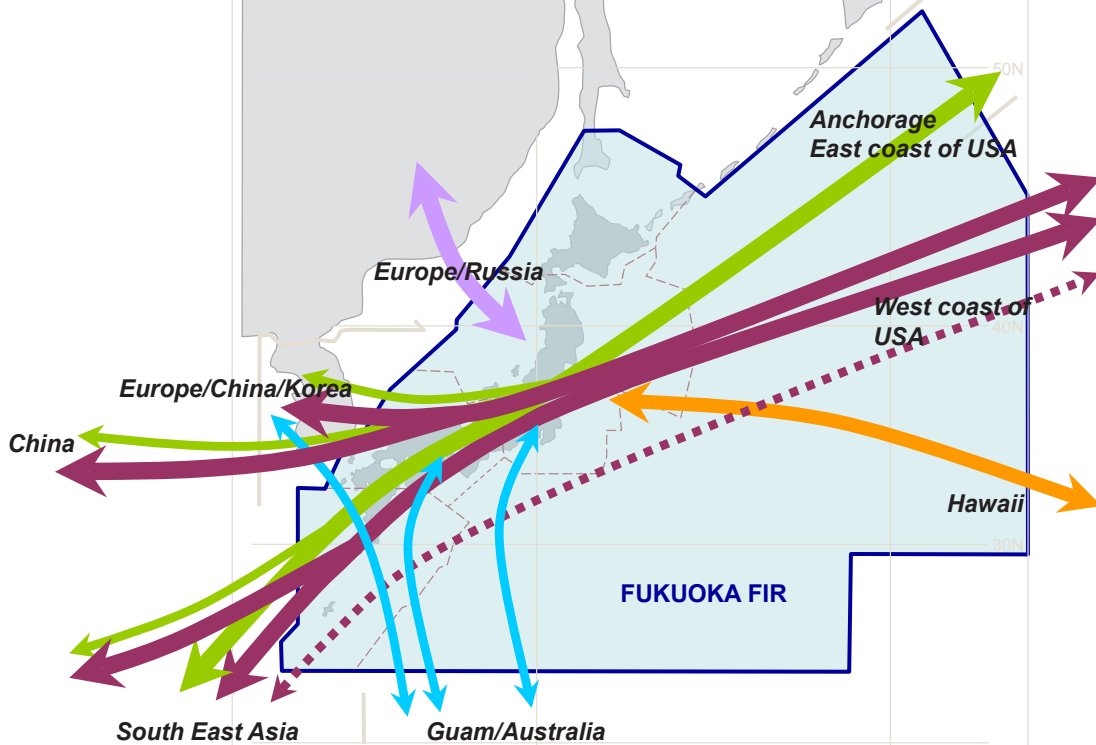
周辺FIR図



6

隣接国とのATFM

International traffic flow

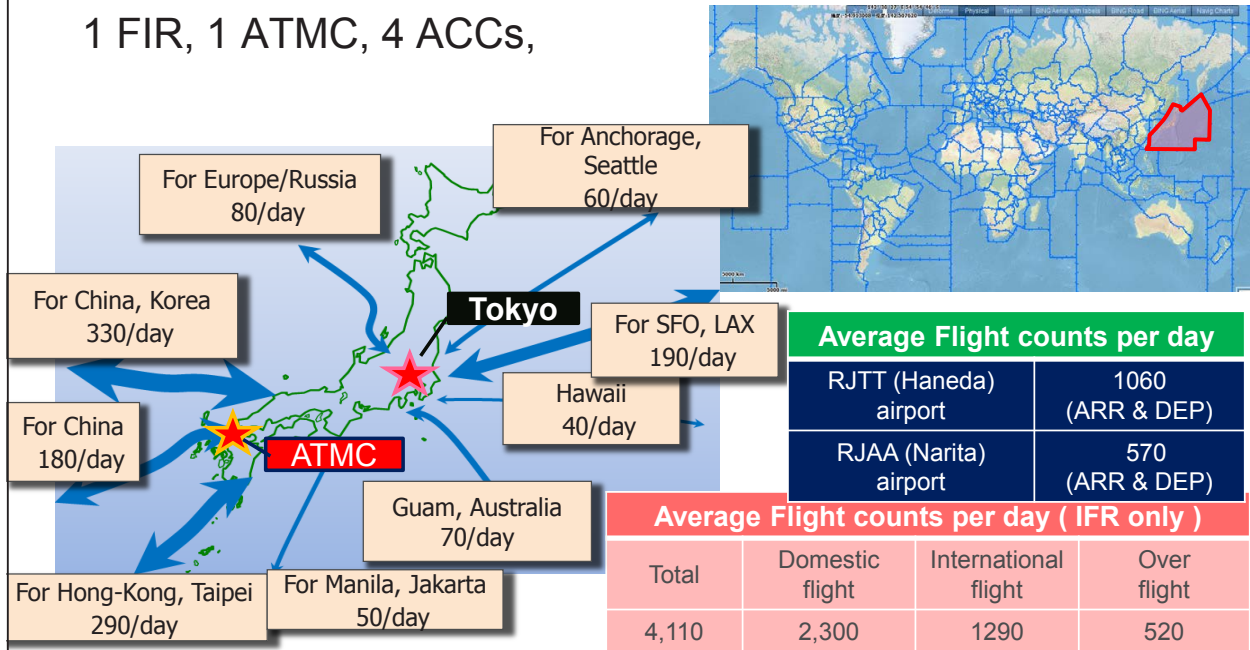


7

隣接国とのATFM

International traffic volume

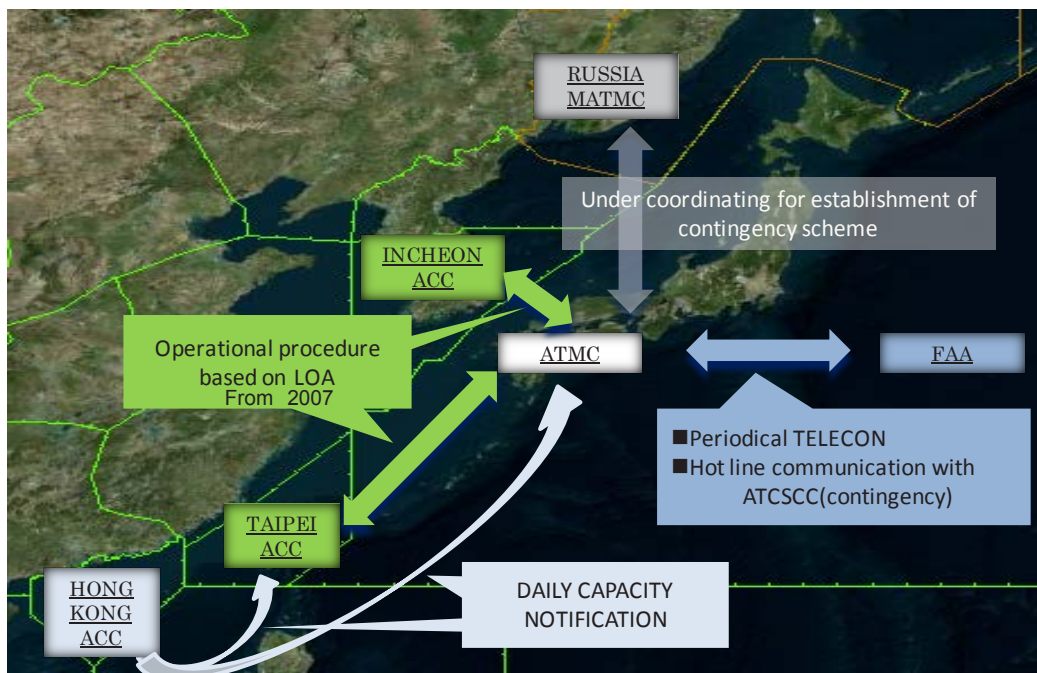
1 FIR, 1 ATMC, 4 ACCs,



Data Source :1week of November 2013

隣接国とのATFM

隣接国とのATFMに関する状況



隣接国とのATFM

隣接国とのATFMに関する調整状況

関係国と以下の会議等を通じ、移管間隔の短縮や課題の解決等を図ってきている。

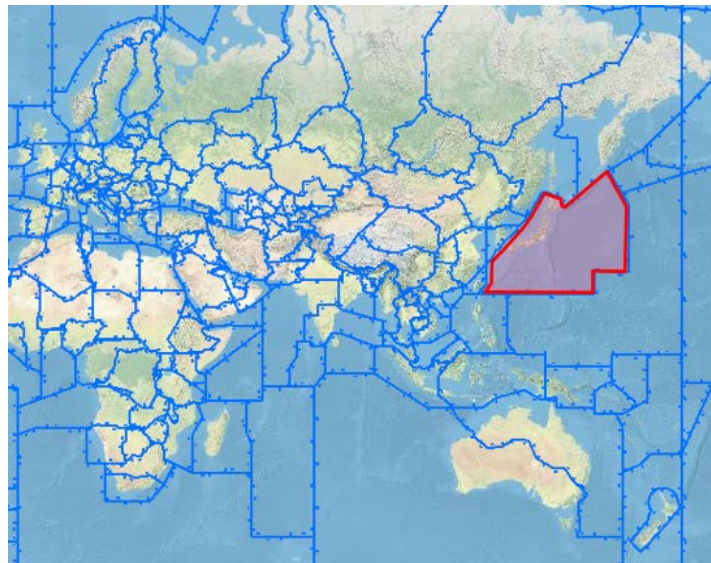
- 日米航空管制事務レベル調整グループ会議
IPACG(Informal Pacific ATC Coordinating Group)
- 日露航空管制運用調整会議
- 日韓航空管制ワーキンググループ会議
- 日中航空管制事務レベル調整会議
- 東アジア航空交通管理調整グループ
EATMCG(East Asia Air Traffic Management Coordination Group)
- 北東アジア地域交通流管理調整グループ会議
NARAHG(Northeast Asia Regional ATFM Harmonization Group)

10

シームレスATMに向けて

アジア地域におけるATMの状況

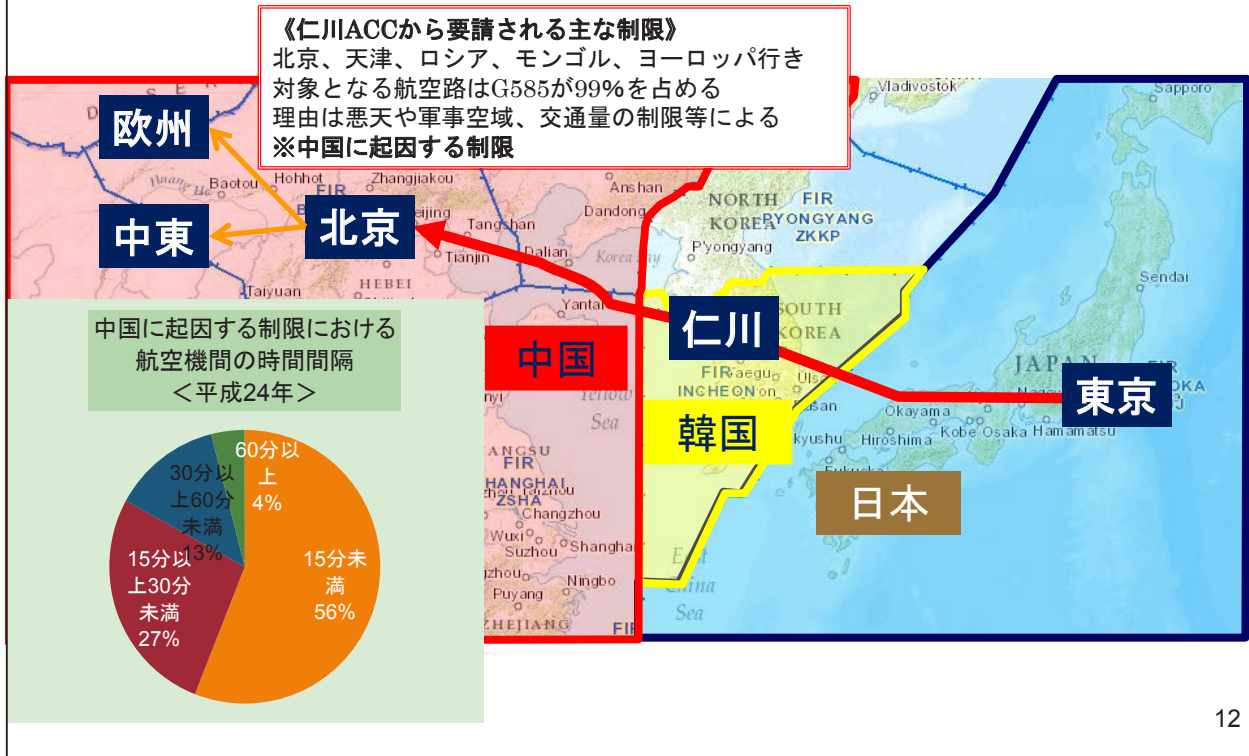
- ・ATCの運用状況がFIR毎で異なる
- ・ATFMの導入状況がFIR毎で異なる
- ・FIRが狭く自FIRのみで交通量を調整するのは困難
- ・調整や情報共有は主に隣接国とのみ



11

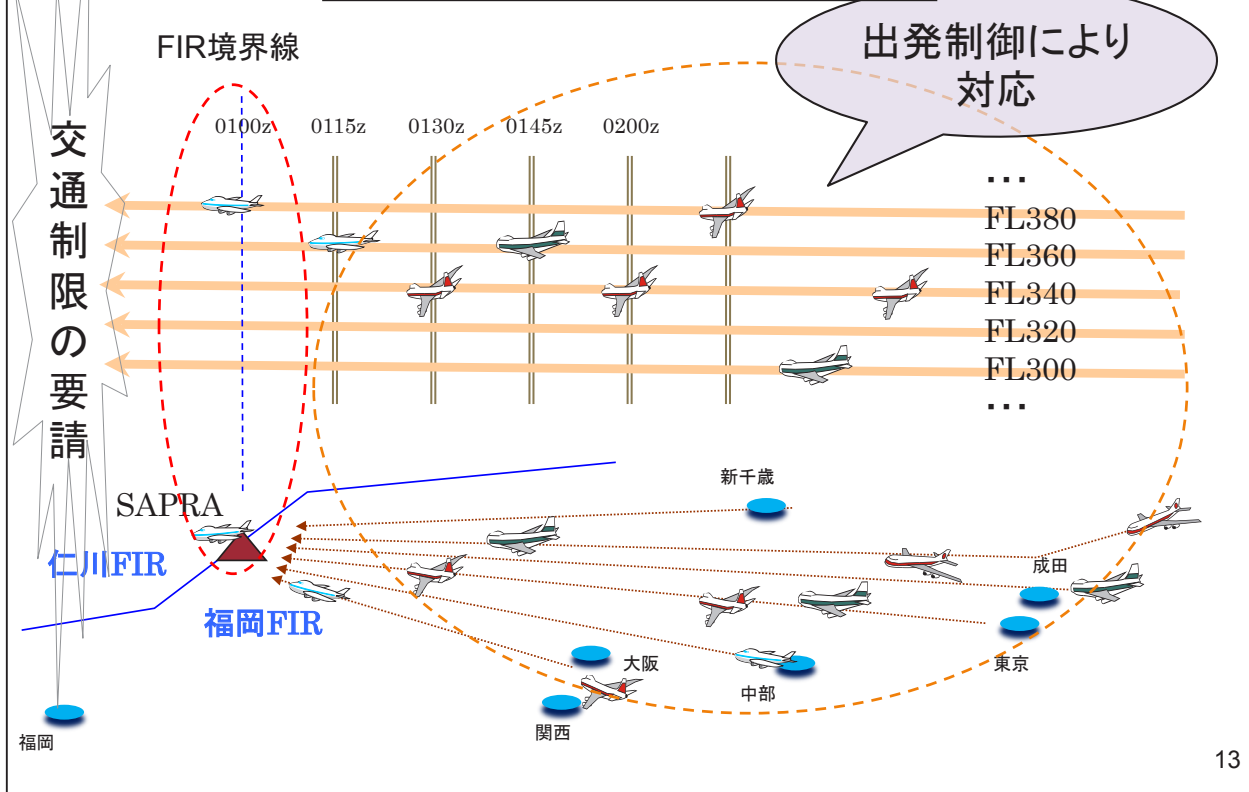
シームレスATMに向けて

日中韓における交通流の状況



シームレスATMに向けて

日中韓における交通流の状況



NARAHGの設立

- **Northeast Asia Regional ATFM Harmonization Group**
 - ・アジア地域でATFMを導入しようとする管制機関の動きが活発化
 - ・ICAOアジア太平洋地域事務所(バンコク)は地域内における国際的なATFM手法を確立するため、ATFM Steering Group (ATFM/SG)を設立し、「地域ATFM枠組み(Regional ATFM Framework)」を構築するため、これまで計5回の会議を開催。
 - ・平成25年6月に設立されたICAOアジア太平洋地域事務所北京支所(RSO)は、北アジア地域(中国、韓国、日本)に特化した取り組みとして、NARAHGの設立を提唱し、日本、中国及び韓国当局が参加することに合意。
 - ・グループの運営は、北京支所(RSO)により行われる。

14

NARAHGの設立

- 第1回会議
平成26年8月21日～22日
ICAOアジア太平洋地域事務所北京支所
- 第2回会議
平成27年3月17日～19日
福岡商工会議所
- 出席者
ICAOアジア太平洋地域事務所
ICAOアジア太平洋地域事務所北京支所
韓国 航空交通管制部
中国 空中交通管理局
日本 航空局(交通管制企画課・管制課)
IATA エアライン

15

シームレスATMに向けて

NARAHGの設立

- 会議合意事項
 - ①TOR(Terms Of Reference)の合意
 - ・3カ国間のATFM運用に関する技術及び運用面での調整文書の制定
 - ・ICAO方針に沿った中国及び韓国のATFMCの設立(両国とも2017年予定)のサポート
 - ・今後の運用改善のための評価報告及び分析
 - ②MOC(Memorandum Of Cooperation)作成の合意
 - ・本グループの活動に関する合意書(MOC: Memorandum Of Cooperation)に調印することに合意
 - ③共有すべき情報項目の検討
 - ・リアルタイムな運用情報
 - ・事後分析に必要な統計情報
 - ④交通管理計画(ATFM Daily Plan)の交換

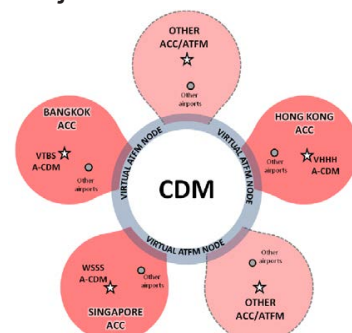
16

シームレスATMに向けて

他のアジア地区の動向

- The distributed Multi-Nodal ATFM networkによる国際ATFMの試行を2012年から実施
- オリジナルは、タイ、シンガポール、香港の3カ国で開始
- 現在は、オーストラリア、中国、インドネシア、マレーシア、ベトナムのANSPが参加
- 2013年からメンバーにエアラインも参加、ICAO, IATA, IFATCA, CANSO, ACIの支持もとりつけて活動
- EUIは、AATIP(ASEAN Air Transport Integration Project)の一環として強力にサポート

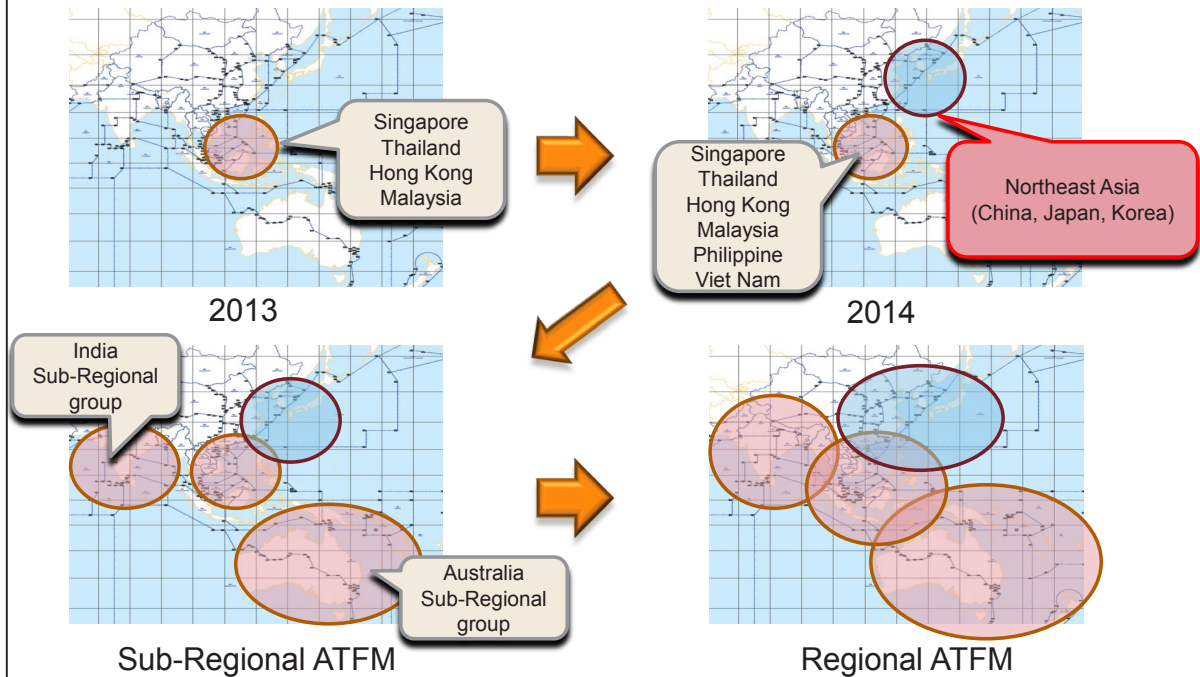
- 具体的には、各国の主要空港の処理容量(処理能力)と到着機の情報を共有し、それらの空港へ向かう便のCTOT(出発可能時刻)を計算その時刻に出発させるというトライアルを計画
- 課題を認識するのが目的の1つ



17

シームレスATMに向けて

シームレスATMに向けて



日本の空域の状況

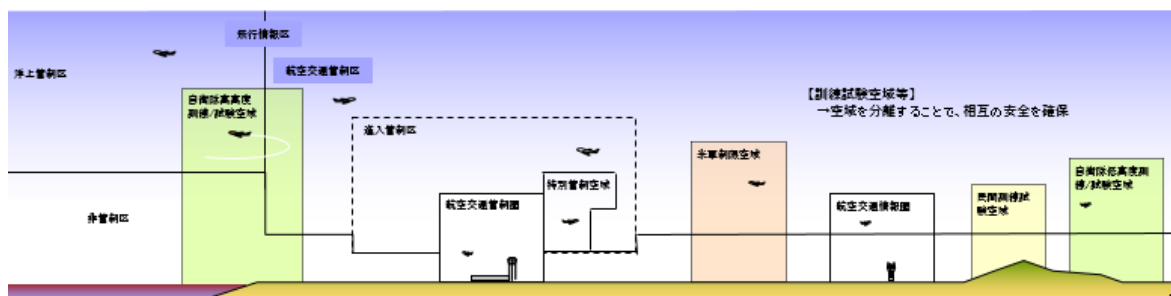
日本の空の概要

- 管制区域
 - 航空交通管制区 ... 地表又は水面から200m以上の高さの一定の空域
 - 航空交通管制圏 ... 航空機の離陸及び着陸が頻繁に実施される飛行場及びその一定の空域
 - 航空交通情報圏 ... 上記の飛行場以外の国土交通大臣が指定する飛行場及びその一定の空域
 - 進入管制区 ... 管制区のうち、管制圏内の飛行場からの離陸に続く上昇飛行、着陸のための降下飛行が行われる一定の空域
 - 特別管制空域 ... 航空交通が複雑する空域
- ※上記のほか、航空機が専ら曲技飛行等を行う民間訓練試験空域等がある。

非管制区域 ... 上記以外の空域

＊上記空域のうち、自衛隊や米軍が管轄する空域も存在。

- 自衛隊 ... 自衛隊の管轄空港(松島、浜松等)及び共用飛行場(千歳、札幌、百里、小松、美保、徳島、三沢)の管制圏又は進入管制区、自衛隊訓練/試験空域等。
- 米軍 ... 米軍の管轄空港及びその周辺の空域(横田、岩国等)、米軍制限空域等。



日本の空域の状況

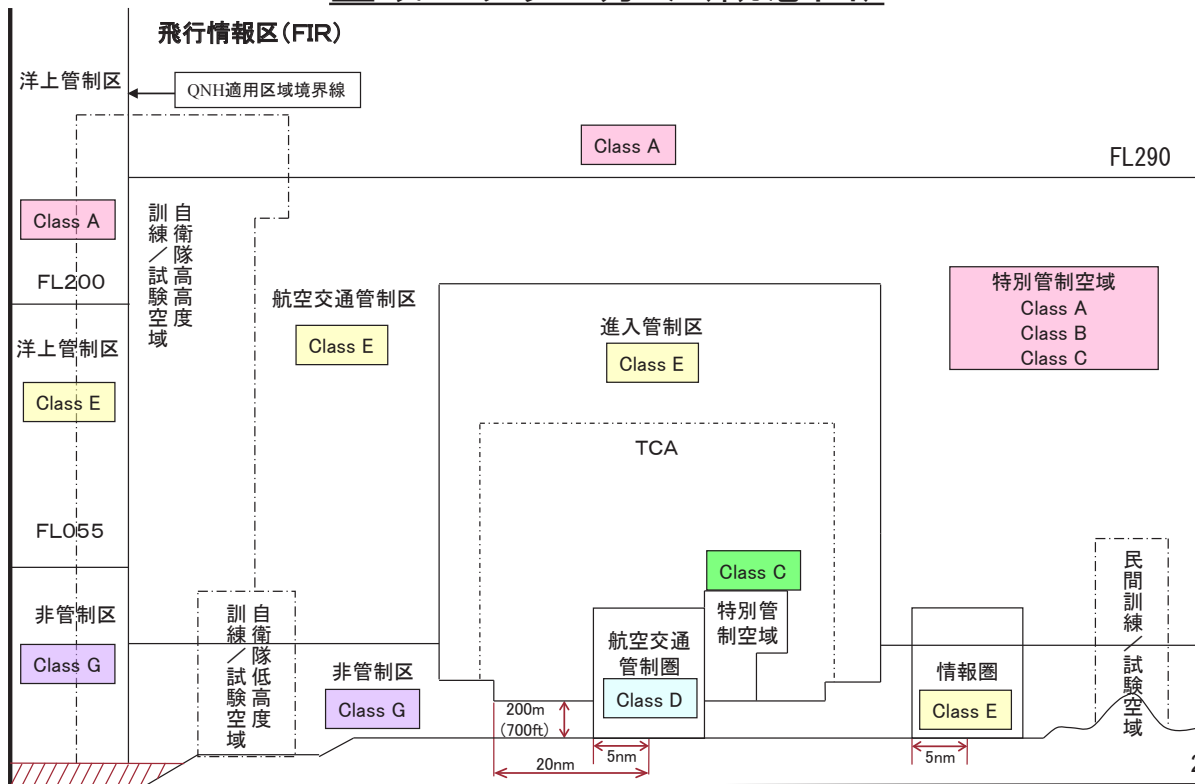
日本における空域の各クラスの概要

Class	Type of flight	提供業務	管制間隔(縦・横・垂直)の設定	速度制限	通信要件	管制許可
A	IFR only	管制業務	全てのIFR機間に設定される。	高度10000FT以下:250kt以下	常時双方向	必要
B	IFR	管制業務	全ての航空機間に設定される。	高度10000FT以下:250kt以下	常時双方向	必要
	VFR					
C	IFR	管制業務	全てのIFR機間に設定される。	高度10000FT以下:250kt以下	常時双方向	必要
	VFR		他のIFR機との間に設定される。			
D	IFR	管制業務	他のIFR機及びSVFR機との間に設定される。	ピストン:160kt以下 タービン:200kt以下	常時双方向	必要
	VFR		設定されない。 適宜交通情報が提供される。			
E	IFR	管制業務	他のIFR機との間に設定される。	進入管制区のうち 10000FT以下:250kt以下	常時双方向	必要
	VFR		設定されない。		無	不要
G	IFR	飛行情報業務	設定されない	無	常時双方向	不要
	VFR				無	不要

20

日本の空域の状況

空域のクラス分け(概念図)



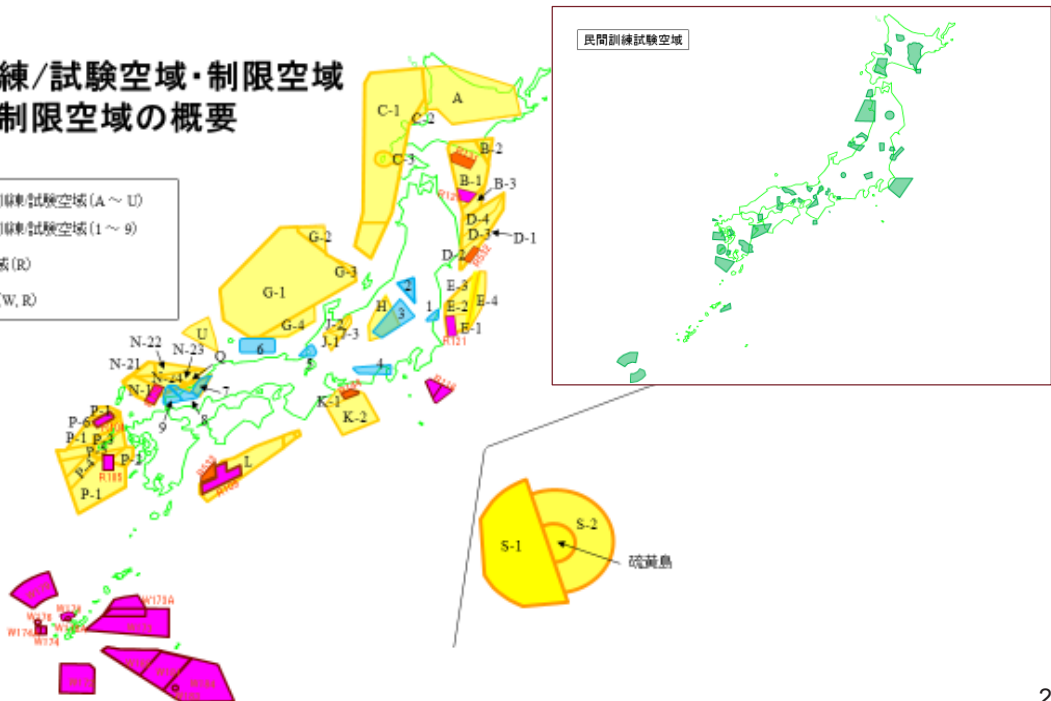
21

日本の空域の状況

制限空域等

自衛隊訓練/試験空域・制限空域及び米軍制限空域の概要

- 自衛隊高高度訓練/試験空域 (A ~ U)
- 自衛隊低高度訓練/試験空域 (1 ~ 9)
- 自衛隊制限空域 (R)
- 米軍制限空域 (W, R)



日本の空域の状況

訓練空域設定の背景

全日空機雲石衝突事故

1971年(昭和46年)7月30日に発生した航空事故(空中衝突)である。岩手県岩手郡雫石町上空を飛行中の全日空(B727)と航空自衛隊の戦闘機(F86-F)が飛行中に接触し、双方とも墜落した。機体に損傷を受けた旅客機は空中分解し、乗客155名と乗員7名の計162名全員が死亡した。



image

○航空交通安全緊急対策要綱(昭和46年8月7日、中央交通安全対策会議決定)(抄)

1. 空港の空域並びに航空路の空域及びジェットルートの空域と自衛隊機の訓練空域及び試験空域は完全に分離することとし、後者の空域設定については、防衛庁長官と運輸大臣が協議してこれを公示するものとする。

- ・航空交通安全緊急対策要綱を受けて、昭和46年8月に自衛隊低高度訓練/試験空域を8ヶ所、同年9月に高高度訓練/試験空域を4ヶ所設定。(現在、低高度訓練/試験空域は9ヶ所、高高度訓練/試験空域は15ヶ所)

日本の空域の状況

完全分離から時分割分離へ

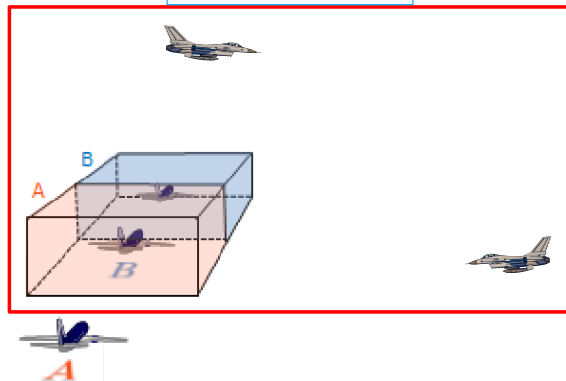
○空域分離方式

- ・ 訓練／試験空域設定当初の空域分離の方式としては、水平分離、垂直分離を採用。
- ・ 国内線のジェット化、民間航空交通の増大、自衛隊の訓練所要の増加等を踏まえ、狭隘な我が国の空域では水平分離、垂直分離のみでは、双方のニーズを満足することが不可。
- ・ 運輸省と防衛庁の間で新たな分離方式を検討。その結果、航空路レーダー網の整備、管制処理情報システムの機能向上、自衛隊における安全対策等を踏まえ、時分割分離方式（IFR機がある場合に、当該機の経路、高度に係る一定の空域内の訓練を中止する方式）を導入することを決定。

○時分割分離方式の緊対要綱への適合

- ・ 航空機を同一空域に同時に存在させないという競合防止を図る上で、最も確実な原理に基づいていること及び飛行態様の相違は問題にならないことに鑑み、緊対要綱が目的とする民間機等の通常の飛行と自衛隊の訓練飛行という異質の飛行の競合を防止する方法として、十分有効であり、緊対要綱に適合するものと判断。中央交通安全対策会議の主管庁である総理府にも説明。
- ・ 昭和54年に、最初の時分割分離方式を採用する訓練／試験空域を設定。

時分割分離方式



24

空域の柔軟な運用について

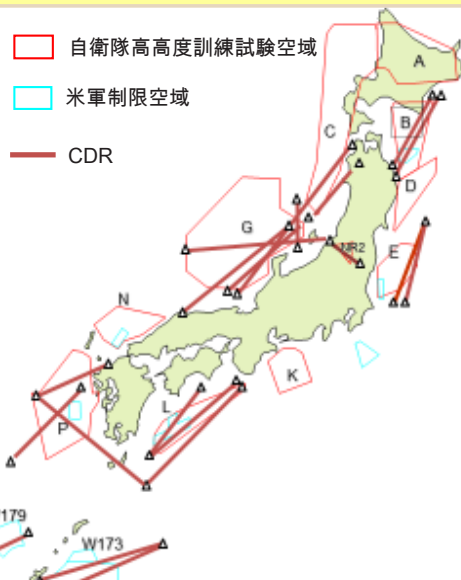
訓練空域の柔軟運用（CDRの運用）

訓練試験空域等の柔軟運用

- ・ 平成17年10月の航空交通管理センター（ATMC）の発足に伴い、自衛隊の担当官をATMCに配置。自衛隊担当官とATMC管理管制官の相互調整により、自衛隊が高高度訓練／試験空域等を使用しない時に民間機が飛行できる調整経路（CDR：Conditional Route）の運用を、平成18年4月から開始。現在、23本の経路を運用中。

効果

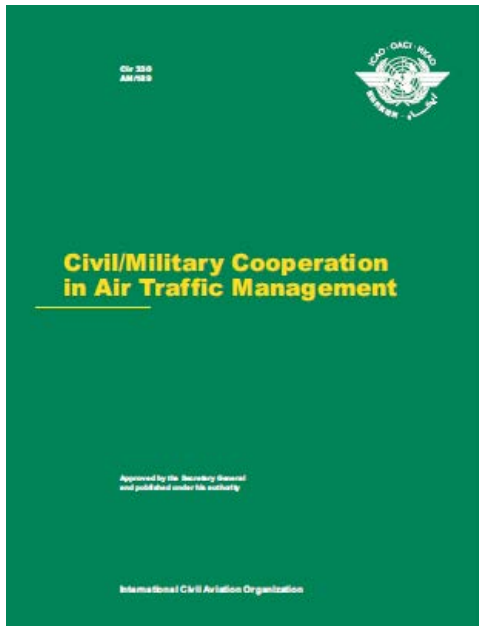
- 飛行経路の短縮による航空機燃料消費量及びCO2排出量の削減
- 空域容量の拡大
- 円滑な交通流の形成による運航効率の向上



25

空域の柔軟な運用について

更なる柔軟運用に向けて



ICAO Civil/Military Cooperation in Air Traffic Management (Circular330) :

Flexible Use of airspace (FUA)
: An airspace management concept based on the principle that airspace should not be designated purely as civil or military, but rather as a continuum in which all user requirements are accommodated to the greatest possible extent.

空域は 単純に民間や軍に対して指定されるべきではなく、全てのユーザーの運用要件が可能な限り最大限満たされる連続体であるというICAOの基本原則に基づく空域管理の概念。

26

空域の柔軟な運用について

FUAの原則 (ICAO)

FUAコンセプトには以下の原則が含まれている:

- a) 安全性・空域キャパシティの向上と航空機のオペレーションの効率化を図るため、民軍間の調整は、Strategic、Pre-tactical、及びTactical(real time)のレベルで実施されなければならない。
- b) ASM、ATFM、ATS間における一貫性は、ASMの計画・事前・当日の3段階で確立・維持されなければならない
- c) 空域の留保は、実際の使用状況に基づき、限られた期間にのみ適用されるべきである。
- d) FUAのコンセプトは、国またはFIR境界線を越え、可能な限り適用されるべきである。

27

空域の柔軟な運用について

future ASM three levels(ドイツの例)

Level 1

• Policy matters and strategic planning

- 政府レベルの民軍組織は、空域構成に関する意思決定を実施し、空域管理上のガイドラインを示す。

Level 2

• Tactical pre-planning

- 最新の要件に従い実施される、翌日の分割空域とCDRsのアクティベーションのプランニング・調整・決定。国のAMCsが実施する。

Level 3

• Tactical civil/military coordination

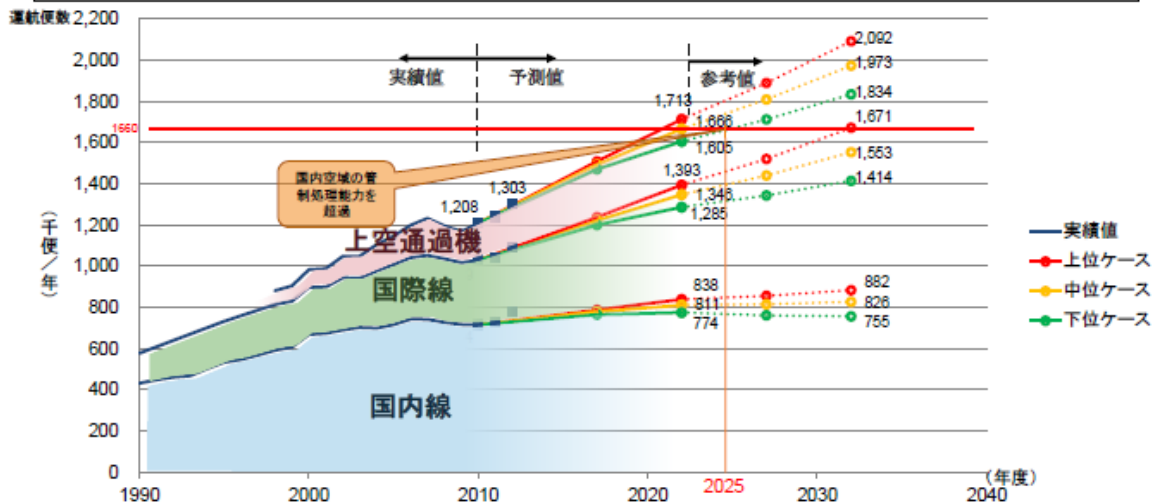
- オペレーションの段階であり、FUAコンセプトを毎日のオペレーションに導入する。特別な空域管理と空域利用は、訓練空域の監視と航空機の管制/サポートを行うための航空管制施設に設置された席との密接な連携のもと実施される。ドイツでは、DFSの管制機関がCRC(Control and Reporting Centre)のような航空管制サービスとの連携のもとこれを実施する。

空域の再編について

交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料より

航空需要予測

- 国際線、上空通過機は増加傾向。国内線はGDPの設定ケースによって傾向が異なる。
- 下位ケースにおいても、2025年頃には現行運用の限界となる約1,660千便(2010年度比約37%増)と予測。
- さらなるインバウンド政策の推進やLCCによる新規需要創出によっては、今回の需要予測結果よりさらに需要が向上する可能性がある。

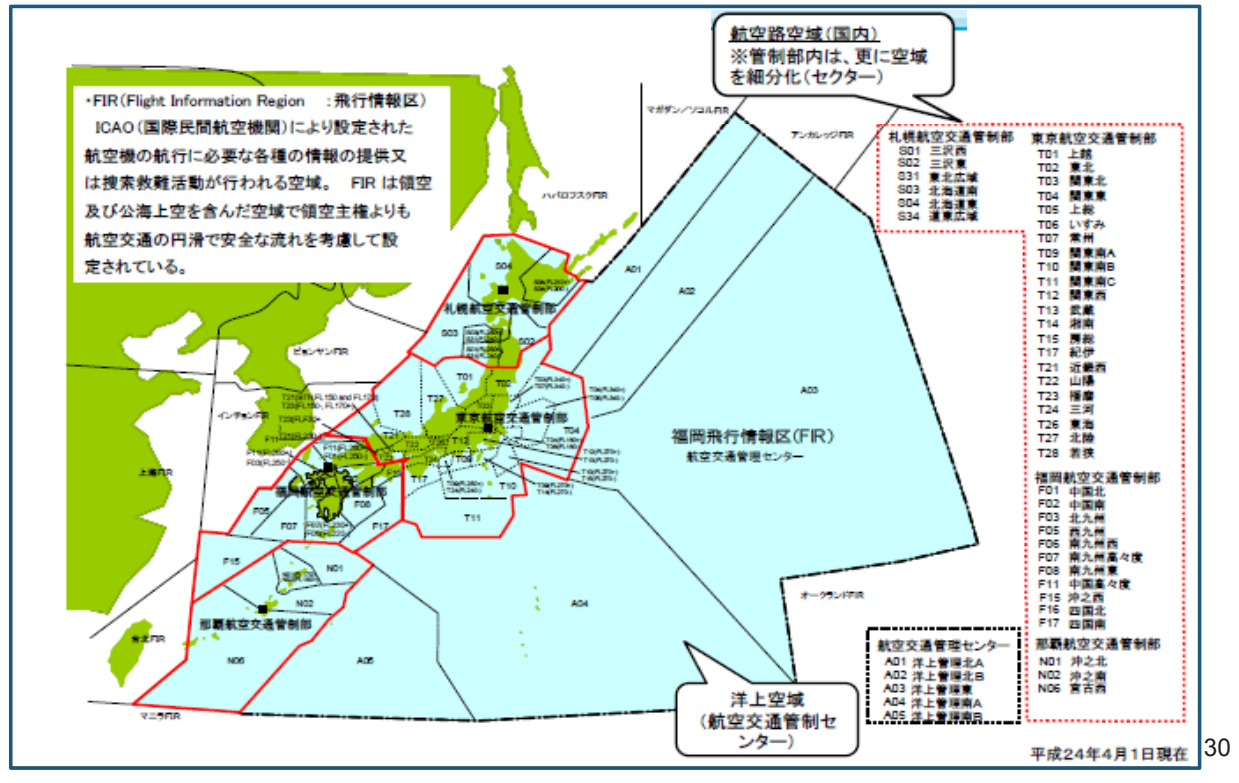


上位ケース (中位ケースよりさらに高い経済成長率を想定したケース) (中位ケース+約1%)
 中位ケース (日本再興戦略で目標に掲げる経済成長率に基づき設定したケース) (2010-17年: 1.7%, 2017-32年: 2.0%)
 下位ケース (日本再興戦略以前の将来見通しによる経済成長率を想定したケース) (中位ケース△約1%)
 ※国内線、国際線の需要予測の前提については、第9回基本政策部会の資料2-1のP.20のとおり。
 ※上空通過機の需要予測については、IMFによるアジアおよび北米諸国の経済成長(GDP)予測や、航空機材動向等から、重力モデルを用いて予測。
 ※運航便数は全国の航空需要予測(旅客)ベースに上空通過機数を加えたもの。
 ※管制取扱機数は上記の運航便数に国内空港を離着陸する軍用機、非定期運航便及び貨物便(平成24年度計約15万機)を加えたものとなる。

空域の再編について

交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料より

各管制部の空域とセクター



空域の再編について

交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料より

国内航空路の管制業務の現状

- 航空路の管制業務は、1セクター内の全ての航空機に対し、レーダー管制席とレーダー調整席の2人1組の体制で実施している。
- レーダー管制席は、レーダー表示画面を監視しながら、全ての航空機に対し、同一の周波数による無線通信を用いてパイロットに対して指示するため、同時に処理可能な機数には限界がある。

【レーダー表示画面イメージ】

…航空路空域(セクター)



※管制官からパイロットへの無線交信の一例
「JAL1606, turn right heading 160.」
「ANA536, descend and maintain FL250.」
「FDA154, Cleared for ILS Z RWY30 approach.」
「JAL908, turn left heading 020.」
「一度に処理できる機数には限界があるからなあ・・・」



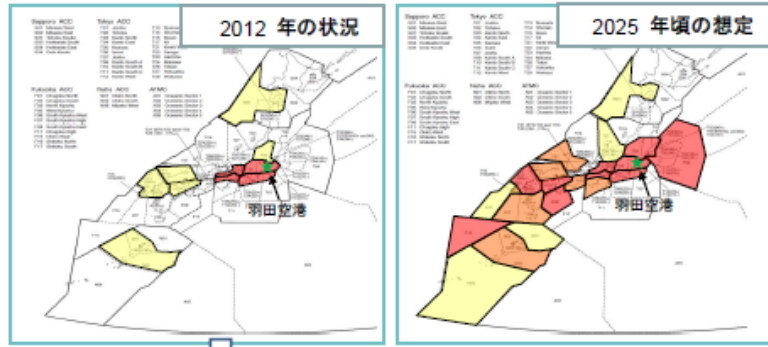
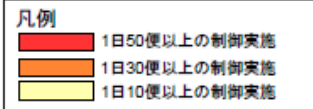
レーダー対空席 ※航空機との無線交信を担当
レーダー調整席 ※他セクター管制機関との連絡調整を担当

将来の需要増加による運航への影響と航空管制の課題

今後の需要増加により想定される状況(需要予測下位ケースの場合)

- ・2025年頃には、需要は約4,500機/日(1,660千機/365日)まで増加(※約3,600機/日 2012年)
- ・羽田空港への着陸機をとりあつかう繁忙セクターにおいては、交通流制御(空域の混雑により地上待機を指示)実施の対象機数が約270機/日まで増加(※約60機/日 2012年)
- ・全国の空港における出発待機による平均遅延時間は25分以上に増加(現状は8分)
- ・夏季等繁忙期間には、30分を超える遅延が恒常的に発生
- ・国内便では、ダイヤ通りの運航が困難となるとともに、機材繰りができず欠航となるケースが発生

【右図】
セクター毎の制御実施規模

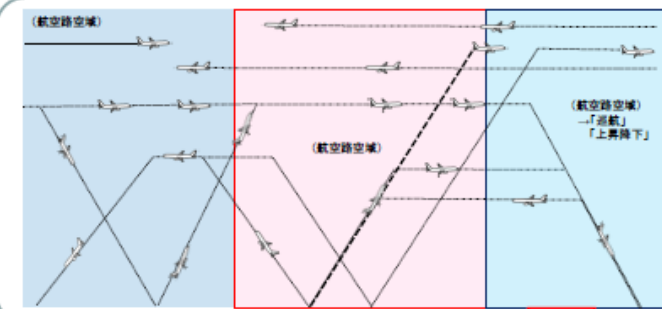


従来は航空路空域の細分化によって1セクター当たりの処理機数を減らすことにより処理能力を向上。しかし、これ以上の細分化を実施すると、セクター間の引き継ぎが増加し、悪天時の回避処理や、航空機間の間隔を保ちつつ順序よく並べるための迂回等がセクター内で行えなくなり、逆に処理能力が低下。

将来の交通需要の増加に対応する、従来とは異なる方法による管制処理能力の向上が必要

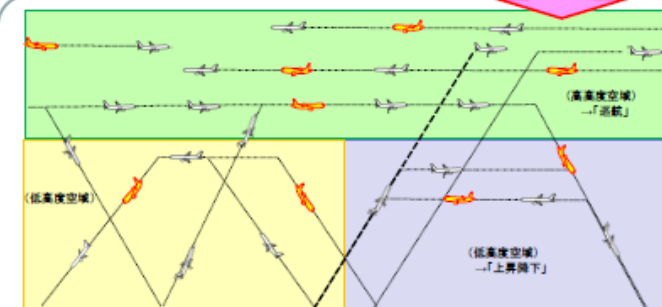
国内空域の抜本的再編①(高高度～低高度空域の再編)

○将来の需要増加に対応するため、航空路空域を上下に分離することにより、効率性向上と業務負荷軽減を図り、管制処理能力を向上



【現行の空域構成の課題】

- 高高度～低高度の広い範囲を1セクターの管制官が担当するため・・・
- ・巡航、上昇降下及び空港周辺の処理が混在し、管制処理が複雑化
- ・航空路空域においては、高負荷な上昇降下の処理範囲が広い
- ・低高度では、航空路管制が一部空港周辺の管制も担当



【空域再編による主な改善内容】

- 空域の上下分離により、巡航と上昇降下の処理を高高度と低高度に分離し、処理機数の増加、処理効率の向上等を実現。
- ・低負荷な巡航が中心となる高高度は、処理機数が大幅に増加
- ・低高度は、近距離及び空港周辺の上昇降下に専念することにより処理効率が向上
- ・巡航が中心となる高高度と洋上空域の一体的な運用により、特に上空通過機・国際便の運航効率が向上


空域の再編について

交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料より

外国における上下分離の事例(欧州地域)

- 欧州においては、オランダ、ベルギー、ルクセンブルグ、ドイツ等において空域再編を実施
- 空域の上下分離や統合により、処理容量の拡大や運航効率の向上を実現

ユーロコントロールの事例



4か国の空域を上下分離し、高高度を統合


・ベルギー、ドイツ北西部、オランダ、ルクセンブルグの空域を上下分離し、高高度については、欧州連合の管制機関(ユーロコントロール)が統合して運用中

・将来的には、欧州空域の統合を目指している。

ドイツの事例


・ドイツ国内では、段階的に上下分離を導入。(高高度1、低高度3に再編。)

【再編前】



2003


【高高度】



2012

※高高度の北西部はユーロコントロールが担当

【低高度】



2006

34

空域の再編について

交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料より

国内空域の抜本的再編②(ターミナル空域の統合)

- 空港周辺の空域(ターミナル空域)を統合し、空港を離着陸する航空機の処理に特化したサービスを提供することにより処理能力の向上を図り、効率的な運航を実現

従来の状況



航空路空域

Aターミナル空域

Bターミナル空域

A空港 C空港 B空港

B空港からの出発機①は、Aターミナル空域に侵入させないために遠回りさせて上昇させる

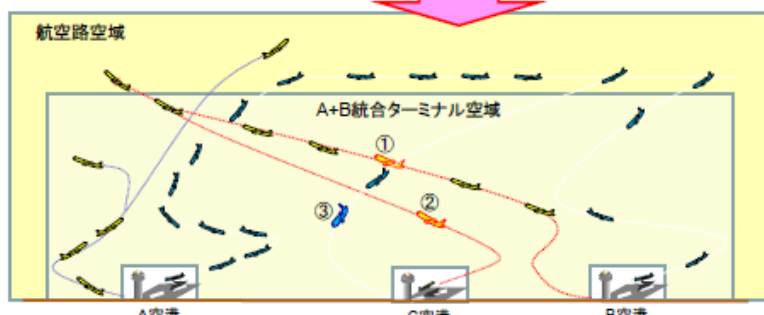
C空港からの出発機②は、Aターミナル空域及びBターミナル空域に侵入させないため、旋回させながら上昇させる

C空港への到着機③は、出発機②が離陸後、レーダーで確認できる高度まで上昇した後に進入する

⇒非効率的な運航と処理能力の限界

↓

統合後の状況



航空路空域

A+B統合ターミナル空域

A空港 C空港 B空港

B空港、C空港からの出発機①②は、上昇するための空域が広がったため、遠回りする必要がなくなる

C空港への到着機③は、出発機②が離陸後、早期にレーダーによって確認できることから、迅速な処理により間隔が短縮される

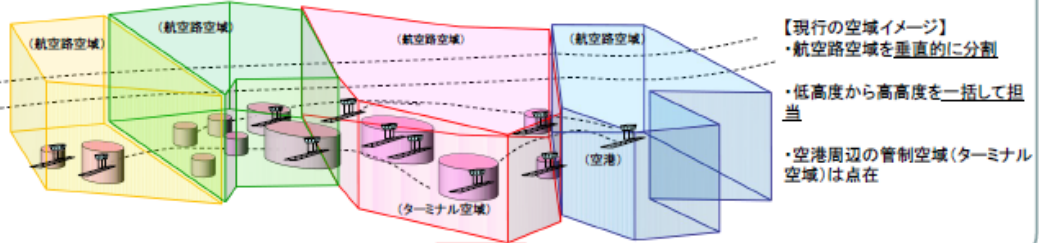
⇒管制間隔及び経路短縮による運航効率の向上、ターミナル空域内における処理に伴う総合的な管制処理能力の向上

35

国内空域の抜本的再編③(地域分割型から飛行フェーズ対応型空域への再編)

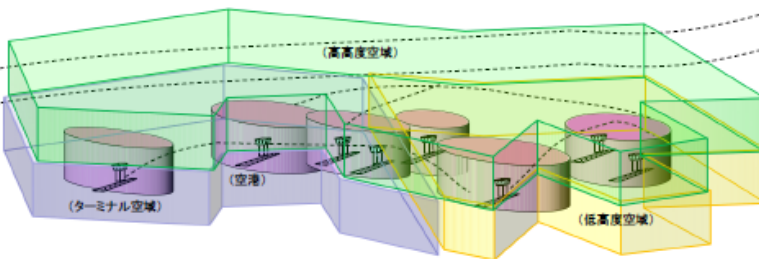
- 将来の需要増加に対応するため、国内の航空路空域及びターミナル空域を抜本的に再編
- 飛行フェーズに応じた空域に分離することにより、全体の効率性向上と負荷軽減を図り、管制処理能力を向上

【現行－地域分割型】



- 【現行の空域イメージ】
- ・航空路空域を垂直的に分割
 - ・低高度から高高度を一括して担当
 - ・空港周辺の管制空域(ターミナル空域)は点在

【再編後－飛行フェーズ対応型】



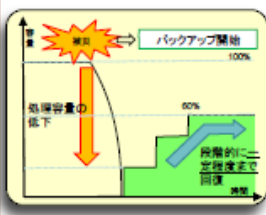
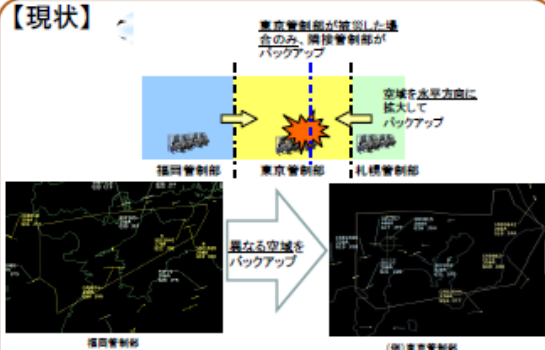
- 【再編後の空域イメージ】
- ・空域を水平的に分割 → 高高度管制の導入(上空通過機への対応)
 - ・ターミナル空域の拡大により隣接空港の取扱いを統合
 - ・危機管理対応も考慮した空域構成を検討

国内空域の抜本的再編④(危機管理能力の向上)

○「上下相互バックアップ体制」の構築

- 首都圏直下型地震等により管制部が機能不全に陥った場合のバックアップ体制を拡充、及び初動体制を強化
- 上下の管制部が相互にバックアップ → 国内航空路空域全体のバックアップが可能
- 空域特性を把握している隣接官署の管制官が、被災直後から確実な運用を確保 → 被災直後から一定の交通量を確保

【現状】

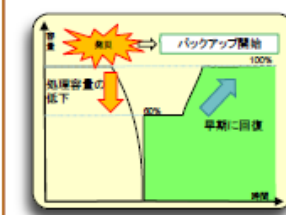
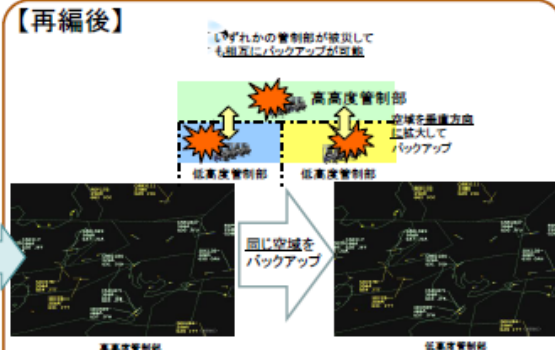


- 【現状の課題①】
- ・被災直後の交通量を大幅に低下
- 【現状の課題②】
- ・東京管制部のみバックアップ可能

【復旧イメージ】

*被災の状況により数ヶ月単位で復旧の遅延。100%回復には被災官署の全復旧が必要

【再編後】



- 【再編後の改善点①】
- ・被災直後より一定の交通量を確保
- 【再編後の改善点②】
- ・全管制部空域を相互にバックアップ可能

【復旧イメージ】

適切でない管制用語の使われ方 Part II

1. 誘導開始時の高度制限の有効性

用語: ・フィックスに高度制限が付いた降下が指示された後、誘導開始時に維持すべき高度の指定がない。

“leave [fix] heading [number] , vector to …”

状況: ・ACC からフィックスの通貨高度を指定した効果が指し示された後、Approach から“leave [fix] heading [number] vector to final approach course.”だけを指示されたケースがあった。

・具体例として、福岡 ACC から STOUT FL170 の高度制限を指示された後、福岡アプローチから“…… leave STOUT heading 250 vector to final approach course.”と指示された。

・ACC が指定したフィックス(STOUT) の高度制限は有効なのだろうか。

背景: ・フィックス離脱時のヘディングの指定は経路の変更であり、経路の変更時に高度制限について指示されていないので、フィックスの高度制限は無効という考え方がある。

・一方、フィックス離脱時のヘディングの指定は、承認経路の最後のフィックスから計器進入を開始するフィックスへの経路が明確でないため、Vector to final により経路を明確にしているものであり、これは経路の変更ではないのでフィックスの高度制限は引き続き有効であるという考え方もある。

・アプローチが維持高度に言及しなかった理由として、誘導の開始は管轄空域の境界であるフィックスからなので、「誘導を開始する場合」の通報事項はフィックス通過時に発出すればよく、誘導方法の通報である“… leave [fix] heading [number]”の用語と同時に通報する必要はないという考え方もある。

方式: 【管制方式基準 (IV) レーダー使用基準 4 レーダー誘導(5) 誘導に係る通報事項等】

(5) 誘導を開始する場合は次に掲げる事項を通報するものとする。

(a) 航空路、フィックス等の誘導目標及び誘導目的。ただし、誘導目標又は誘導目的の一方を通報することにより他方が明らかである場合は、いずれかの通報で足りる。

(b) 維持すべき高度(当該機が指定された高度を維持している場合又は指定された高度に制限なしで上昇又は降下を行っている場合は省略することができる。)

(c) 誘導中の航空機に承認された ATS 経路を横切らせる場合は、その旨

(d) 必要と思われる場合は、無線通信途絶の場合の緊急飛行方法

・一般にレーダー誘導は特定のヘディングの指示によって開始されるが、特定フィックスから特定ヘディングに旋回するレーダー誘導が開始する場合は、誘導の開始以前に飛行方法が指示されなければ航空機の対応が困難となる。

・規定の(a),(b),(c),(d)は同時に通報しなければならないというものでもないが、通常(a)の誘導目的/誘導目標と(b)の維持すべき高度はヘディングの指示に引き続いて通報される。

・(b)の高度が通報されないケースとしては、当該機が既に FL170 に達しており、かつ誘導開始後も引き続き FL170 を維持するケースが考えられるが、そういうケースでは高度制限の有効性に疑問を持つ余地がない。

考察: ・FL170 に到達する前に“leave STOUT heading 250 vector to final approach course”が指示されて(b)の高度が STOUT で通報されたとしても、規定違反ではないかもしれないが、それでは高度制限の意味がなくなってから高度制限の有効性を伝えることになり、規定の趣旨にそぐわない運用であると言わざるを得ない。

・今回のケースでは、その後に STOUT で維持すべき高度が指示されたわけではないので「規定に従った高度の通報が行われなかった」と考えざるを得ない。

・到着機が誘導を開始する事項を通報された時に FL170 に到達していなければ、(IV)4(5)(b)の「指定された高度に制限付きで降下している場合」に該当するので、その際は必ず維持すべき高度を通報しなければならず、STOUT の高度制限も必要であれば改めて指示しなければならない。

結論：・上記の例は高度制限付きで降下している場合なので、管制官は誘導開始にあたり維持すべき高度を省略することはできない。つまり “leave [fix] heading [number] vector to final approach course.” だけではなく、誘導開始時の通報事項である維持すべき高度を、

① “maintain [altitude] , comply with restrictions”

② “maintain [altitude]” (有効な高度制限の高度に到達している場合を除く)

③ “descend and maintain [altitude]”

のいずれかの方法で、付け加えるべきである。

2. Descending to [altitude] by [fix] / [altitude] with [fix] restrictions

用語：Descending to 10,000 by ADDUM / Descending to 10,000 with ADDUM restriction

背景：羽田への西からの到着機は、東京 ACC から RNAV1 の STAR による経路の承認と STAR の開始点である ADDUM を 10,000ft で通過する高度制限が付けられたのちに、東京アプローチに移管される。

状況：到着機は東京アプローチへの通信設定時に “leaving FL140 descending to 10,000 by ADDUM” や “descending to 10,000 with ADDUM restriction” と通報するケースが後を絶たない。

方式：AIP ENR 1.5 1.3.3 には高度の通報に関して「操縦士は新たな管制機関との最初の交信設定時に、巡航中であれば維持している高度、上昇／降下中であれば指定された高度及び通過高度を 100 フィート単位で通報しなければならない」と書かれており、パイロットの通報事項の中に「有効な高度制限の通報」は含まれていない。つまり「descending to 指定高度 by フィックス」や「descending to 指定高度 with フィックス restriction」の通報は不要である。

理由：パイロットが新たな管制機関とのイニシャルコンタクト時に、到着機が通過高度と指定高度に加えて、不要な「with restrictions」を通報する理由としては、

① 「他の航空機も通報しているから」

② 「念のため」

③ 「通報するように指導されたから」などが挙げられている。

問題点：・パイロットが “with restrictions” と通報することは「不要」なのか、それとも「通報すべきでない」のか。

・パイロットの “with restrictions” は、流行として広まる弊害はあっても「そういう言い方をするパイロットもいる」ということだけで深刻な問題とはならないであろうが、それが管制官の “cancel restrictions” を誘発する原因となっているとすれば、通報すべきでない。

対策：・承認されている飛行方法（高度制限付きの降下）と イニシャルコンタクトでの必要な通報事項とは全く別なことであり、パイロットは “with restrictions” の通報は「念のため」にはならないことを認識すべきである。

・管制官は、パイロットから “with restrictions” の通報があっても、高度制限の必要がない高度を指定する場合は、“cancel restrictions” の用語を一律に付加すべきではない。

結論：管制指示に疑問が生じた場合、またはパイロットの理解に疑義が生じた場合には、お互いに確認しあうことは重要だが、「念のため」通報している用語は不必要なコンファームに繋がり、本来の正しい手順や通信方法の浸透を妨げ、新たなスレットとなっている。パイロットと管制官はこの点を認識して、AIP と管制方式基準に則った運用を行うことが必要である。

3. コールサインの簡略化

状 況：通信設定後に相手局を呼び出す際、相手局のコールサインを簡略化して“Ground, All Nippon787, request taxi”などと呼び出すケースが見られる。

問題点：通信設定後の交信において“Ground, All Nippon 787, request taxi”と交信しているケースが散見されるが、管制方式基準には、管制機関の無線呼出符号を簡略化する規定はないので、“Tokyo Ground”を“Ground”と簡略化することはできない。

方 式：・電波法に基づく総務省令無線局運用規則第 158 条では、「無線電話通信においては、連絡設定後で混同のおそれがない時は、呼出符号を省略できる。」と規定されている。

- ・管制方式基準(I)総則 6 電話通信【通信の設定】には、管制官は自局の呼出符号を省略できることが、また AIM-J276【通信の設定と送信要領】にはパイロットは相手局の呼出符号を省略できることが記載されている。

結 論：航空交通量の増加に伴い、益々輻輳する通信環境の中でも、パイロットは規定や規範に基づいたスマートな Radio Telephony を心がける必要がある。

巡航からの降下

はじめに

AIM-J が創刊される前（1970 年代の終り頃）までは、多くのパイロットは「ルールベースでは定められていない飛行方法や航空管制への対応をどのようにすべきか」についての確たる拠りどころがないまま、各々が個々に対応を考えてフライトを行っていた。当時米国の FAA が「Basic Flight Information」として出版した「Airman's Information Manual / AIM」を参考にしてはいたが、レーダー管制の成熟した米国と未だノンレーダーを基本とする当時の日本とでは航空管制の考え方も、その対応もかなり異なっていた。その結果、日本におけるパイロットと管制官の認識は相当にかけ離れたものとなっていた。

そのような状況の中で、1977 年 3 月 27 日にスペイン領カナリア諸島のテネリフェ空港で B747 どうしが衝突し 583 名が犠牲となった大事故が発生した。事故調査の過程で、この事故の原因が「管制の用語」にあるらしいということが次第に明らかになり、タワーと航空機の交信を聞き直してみると改めてパイロットと管制官の意思の疎通に疑問がもたれる交信が非常に多いことに驚かされた。これを契機にパイロットと管制官の有志が集って「管制用語のあり方」を研究する会合を設けることになり、Radio Telephony Working Group による研究会議（R/T Meeting）が始まった。この Meeting は回を重ねるに従って管制用語だけではなく管制の方式をはじめ航空管制全般にわたる研究へと進展し、これらの成果を発表する場として ATS シンポジウムが始まった。現在では R/T Meeting が 450 回、ATS シンポジウムは 37 回目を開催するにいたっている。

一方、R/T Meeting とは別に隔月で ATC に関するインシデント（日常運航で発生したトラブル）のデータを一つ一つ管制官とパイロットの双方の立場から解析する作業を 2 年間続けた。この作業から得られた解析結果は、非常に広い範囲でパイロットと管制官の間に共通の認識が欠けていることを示していた。解析に加わったメンバーは共通の認識を持つには「ルールではカバーしきれない部分の規範」が必要であることを痛感し、当時すでに米国の FAA から発行されていた「AIM」に相当するものが日本でも是非必要であることから、航空局として日本版 AIM を発行するように航空局（当時の技術部乗員課）にお願いした。

これに対して、乗員課長から「日本版 AIM の必要性は十分に認めるものの、航空局として発行を継続する人員を確保することはできない。民間で発行するなら航空局として全面的に協力する」という助言を戴いたことで AIM-JAPAN が操縦士協会から発行されるにいった。

AIM-J には航空法をはじめ様々な規定類で定められているパイロットの対応が収録されているが、創刊時から最も求められていたことは、それらの規定ではカバーされていない部分、特に管制への対応を、すべてのパイロットと管制官が同じ考え方をもつことができるような規範をまとめて記載することであった。

その後、これを「パイロットと管制官の共通の認識」と呼んで、継続的に R/T でまとめては航空局の監修によって承認を受け、数多くの「共通の認識」が生まれ、次々と AIM-J に記載されてきた。

このように編集された AIM-J に、航空局長は「運航の多岐にわたる諸規定等を整理して必要な情報と方式を網羅し、かつルールベースではカバーしきれない部分については判断と手順の規範となるようなマニュアルとして編纂されたもので、当局としても創刊以来編集に監修ということで協力している」旨を序文の中で述べている。こうして生まれた規範としての説明は AIM-J に数多く記載されている。

一例として、巡航からの降下方法については、規定類では全く公示されておらず、"at pilot's discretion" が付けられた場合の降下方法についても、この用語が付けられなかった場合の基準がないために、どんな降下方法でも勝手に行ってしまうので、共通の認識としての規範が絶対に必要となった。

今回、ATS シンポジウムでとりあげる「巡航からの降下」は、そうした場合の規範の一つである。

1. 巡航高度から連続降下できる環境を整える取り組み

1973年10月に勃発した第4次中東戦争を契機とした第一次オイルショック、1979年のイラン革命を契機とした第2次オイルショックにより石油価格が高騰した。そうした状況の中で、運航費に対する燃料費の占める割合が10%以下だったものが、30%を超えるようになった。ちなみに、現在では40%を超えていると言われている。燃料効率を上げるためには、上層風を考慮しない場合、単位時間当たりの燃料消費率が少ない高々度で出来るだけ長く飛行すること、降下時にはエンジンの出力をアイドルにして連続降下を行うことが重要となるが、1981年の第3回ATSシンポジウムでは"Profiled Descend"と呼ばれるFAAの連続降下方式を紹介している。この研究発表では冒頭で「現在の主要空港、およびエンルートにおける航空管制はほとんどレーダー管制化されており、離陸から着陸まで継続してレーダー管制が行われるシステムができあがりつつある。とくにレーダー・ハンドオフの自動化が航空機の運航面でも航空管制の面でも能率の向上に大きな役割を果たしている。」と記述されている。

我が国の航空管制の歴史を黎明期、発達期、成熟期に分けると1955年から1976年迄が黎明期、1994年迄が発達期、それ以降が成熟期に分けることができる。

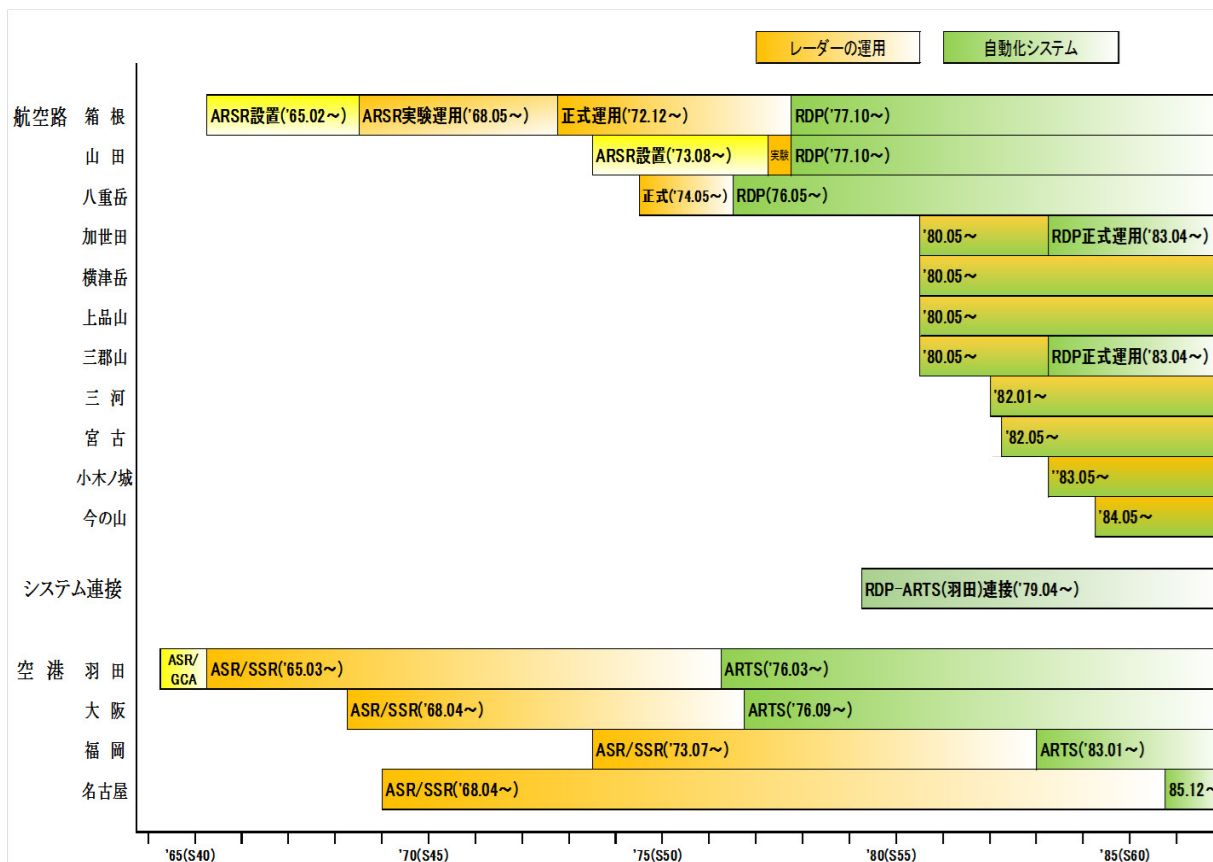
1955年4月に米軍から移管を受けた宮崎空港の管制塔が自主運営されたことを皮切りに、全国の空港で航空局により運営されることになり、1959年には航空路管制が自主運営となった。

そして、1965年3月には羽田空港においてターミナル・レーダー管制業務が開始された。

1976年3月からは羽田でARTS (Automated Radar Terminal System)、5月からは東京航空交通管制部(東京ACC)においてRDP (Radar Data Processing system) の運用が開始され、航空管制官が利用するハードウェアのツールが揃ったことになる。

この黎明期の後半から発達期におけるレーダーや自動化システムの整備状況を図-1に示した。

図-1 航空管制用レーダーと自動化システムの整備年表



1994年10月には航空交通を包括的に管理する航空交通管理センターが発足し、2005年10月からは航空交通管理と洋上管制を統一的行う航空交通管理センターとして業務を行っている。また、プロファイル・ディセント(Profiled Descend)とは、「巡航高度からグライド・スロープあるいは、ある一定の高度まで、減速のために水平飛行を行う場合を除き連続的な降下を行うこと」と定義されており、現在のCDO(Continuous Descent Operation)と同義語であるといえる。

しかし、多数の航空機が同一の空港を目指している場合には迂回するか速度を調整して継続して進入できるように順序づけと時間間隔を設定する必要がある。これを実現するためにメタリング(Metering)という概念を紹介しているが、現在のTBFM(Time Based Flow Management)という概念に相当する。航空機側では4次元航法の能力を持つ必要があるが、本論からはずれるので他の文献を参照されたい。

一方、レーダーが無かった時期のIFR機を降下させる手法はステップ・ダウンと呼ばれている。1番機はアプローチ(進入管制所)に移管する高度まで連続降下が指示されるが、2番機以降は先行機の通過した高度に順次降下指示が出される。また、ノンレーダーによる縦の管制間隔はパイロットからの位置通報に基づいて行われる。先行機が後続機よりも高度が高い場合には5分、DMEが使用できる場合には10NMの間隔を適用することができる。それでも処理できない場合には、アプローチが関連機に対して異なる到着経路を指示し、先行機が分岐した経路に着航したことを確認した後に進入フィックスに向けて降下させることになる。こうした航空機の運航の仕方を"Dive and Drive"と呼ぶが、降下中におけるエンジンの出力調整が頻繁に行われることから環境への影響や運航の効率が考慮される方式ではなかった。レーダーが普及してきた1960年代後半からはレーダー間隔を適用して降下指示を出すことができるようになってきたが、巡航高度からの連続降下が可能となるのは航空路レーダーが普及してRDP(Radar Data Processing)と呼ばれる航空路レーダーに連動するコンピューター・システムが稼働し、ターミナル・レーダーにおける同様なシステムであるARTS(Automated Radar Terminal System)と接続して、継続したレーダー間隔を維持できるようになってからのことである。

奇しくも、航空機の効率の良い運航が求められてきた時期と我が国の航空管制の発達期が重なっている。

降下方式に関する内容については、AIM-J創刊号が発刊された1985年から2001年前期版まではほとんど同じ内容で推移してきたものの、2001年後期版では少し修正されて以下のように記載された。

560. 降下方式 (IFR)

IFR機が目的飛行場に近づくと、降下のクリアランスが発出される。もし降下を開始したい地点に至っても降下のクリアランスが発出されない場合は進入のための降下を要求すべきである。

注 1) 最も効率的な降下開始点から降下を行おうとする場合は、開始点を通報してパイロットディスクリッションによる降下のクリアランスを得る必要がある。

PILOT : request optimum descent in 20 miles.

注 2) 管制官は高度制限を付ける必要のない場合は通常航空機が目的飛行場から3°のパスよりも高くないことを目安として降下のクリアランスを発出する。

561. 通常降下のクリアランス (a.項は省略)

b.通常降下のクリアランスに対しては次の降下方法が要求されている。

イ) 降下を開始した後は通常操作範囲内で遅滞なく指定された高度に到達するよう降下する。

ロ) 降下中に速度制限空域へ入る場合または減速を指示された場合は、降下率を減じて減速することができる。

注 1) 速度制限空域へ入る場合または減速を指示された場合以外で、意図的に降下率を減じる必要がある場合は、その旨通報し承認を得なければならない。

注 2) 降下中は毎分500フィート以上の降下率を確保することが望ましい。

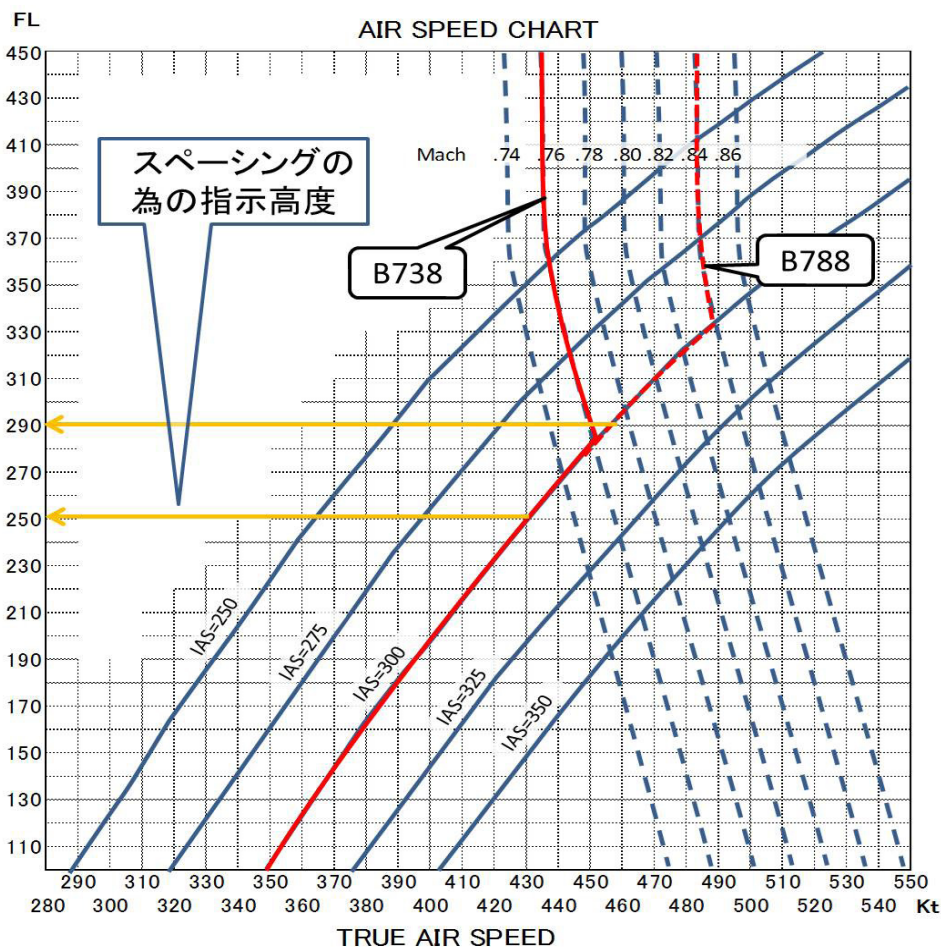
2. 航空交通の増加と連続降下

これまで述べてきた事由により、次第に巡航高度から連続降下させる管制方式が定着したが、一方において航空需要の高まりと空港の処理能力の向上が相まって交通量が増加を続けている。また、環境への影響、特に騒音を考慮した経路設定が重要視されるようになり、10,000ft以下の低高度ではレーダー誘導による順序付けや間隔設定を行う自由度が低下してきている。その結果、巡航高度からの降下の初期段階から積極的に順序づけと間隔設定を行う必要性が高まってきた。

しかし、巡航高度においては機種による速度差が大きく、マックナンバーで飛行する高度領域においては速度調整の自由度が低い。したがって、効率的に間隔設定を行うためには大多数のジェット機がIASで飛行する高度まで関連機を同一の高度に降下させてスペーシングを行うことが必要になってきた。そして、次第にFL290付近まで全ての航空機を一旦降下させる管制方式が一般的となりつつあった。(図-2参照)

ところが、2000年頃には燃料効率を重視した運航を考えるパイロットが増えたことや、FMS (Flight Management System) を利用した降下方式が主流となってきたことで、管制官が降下指示を出しても直ちに降下に移る機体は少なかった。

図-2 マックナンバーとIASに対応する高度とTASの関係



また、2001年1月31日には静岡県焼津市上空でニアミス事故が発生した。この事故はFL390へ上昇中の羽田発那覇行きのB747とFL370で飛行していた釜山発成田行きのDC10に対し、TCASはB747に上昇をDC10には降下の指示を出したが、管制官はB747に降下の指示を出すという矛盾した回避指示が出されたことで発生した。この事故は巡航高度からの降下とは直接は関係しないもののFL290以下の高度へ一旦降下させる管制方式は更に広まった。そして、航空機の遅滞の無い降下を望む声が高まってきた。

このような状況から、AIM-J の記述は 2002 年前期版で大幅に改訂され、次のような記述となった。

560. 降下方式 (IFR) (a.項, b.項は省略)

c. 562 項および 563 項以外の一般的な降下クリアランスによる降下中 10,000 フィート以上において、1,000fpm 以上の降下率が維持できない場合は、その旨管制機関に通報すべきである。ただし、制限空域に入る場合および降下中に速度調整の指示を受けて減速を行う場合は降下率の減少について通報する必要はない。

また、2002 年前期版 AIM-J の主な改訂点 (ピンク頁) には、次のように説明されている。

降下クリアランスへの対応については、10 年ほど前から航空機、特に大型ジェット機の技術革新が急速に進み、それに伴って運航の方法が大きく進化したために、かつての「降下についての共通の認識」が崩れてきました。最近では FMS を装備した航空機が急増し、効率的な運航が通常の飛行方法として一般化したために、通常の降下クリアランスに対するパイロットの対応がかなりの幅を持って多様化しています。このことから、管制官とパイロットとの間に「降下に関する新たな共通の認識」が必要になってきました。

降下方式の改訂について、具体的な内容の説明は以下のとおりである。

- 1) 降下クリアランスへの基本的な対応として、かつての「遅滞なく降下を開始する」という表現が「遅滞なく維持高度を離れる」と誤解されやすかったので、「直ちに降下の操作を開始する」と、正確な表現にしました。一般的な飛行方法によって降下の操作を行うと、必ずしも操作の開始と同時に維持高度を離れるわけではないことを理解する必要があります。
- 2) 通常の降下クリアランスへの対応として、かつての「遅滞なく指定された高度に到達するように降下する」が「Idle power によって降下しなければならない」と誤解されるので、「適切な降下率を維持すべきである」という表現にしました。「適切な降下率」とは、「個々の飛行状態におけるリーズナブルな飛行方法での降下率」ということです。
- 3) 今まで最低降下率を 500fpm としていたために「500fpm 以上の降下率ならいくらでも構わない」という誤解が生じ、無断で 500fpm にされると管制上混乱が生じるという指摘があるところから、「降下率の最小値は示さずに、1,000fpm 以上の降下率を維持できない場合には通報する」方式に変更しました。また、通報は 10,000ft 以上の空域に限っています。

「維持できない場合」ということは、「1,000fpm 以上の降下率を維持しなければならない」ということではなく、「通常の飛行操作 (タービュランスによる減速、アンティアイスのための power on、レシプロ機のエンジン過冷却防止の出力増加、与圧の無い航空機の緩い降下等々) を行うために降下率が 1,000fpm 以下になる場合は」ということです。しかしながら、通報さえすれば自由に降下率を減じて良いということではなく、あくまで通常の操作の範囲でできるだけ速やかに降下することが基本となります。

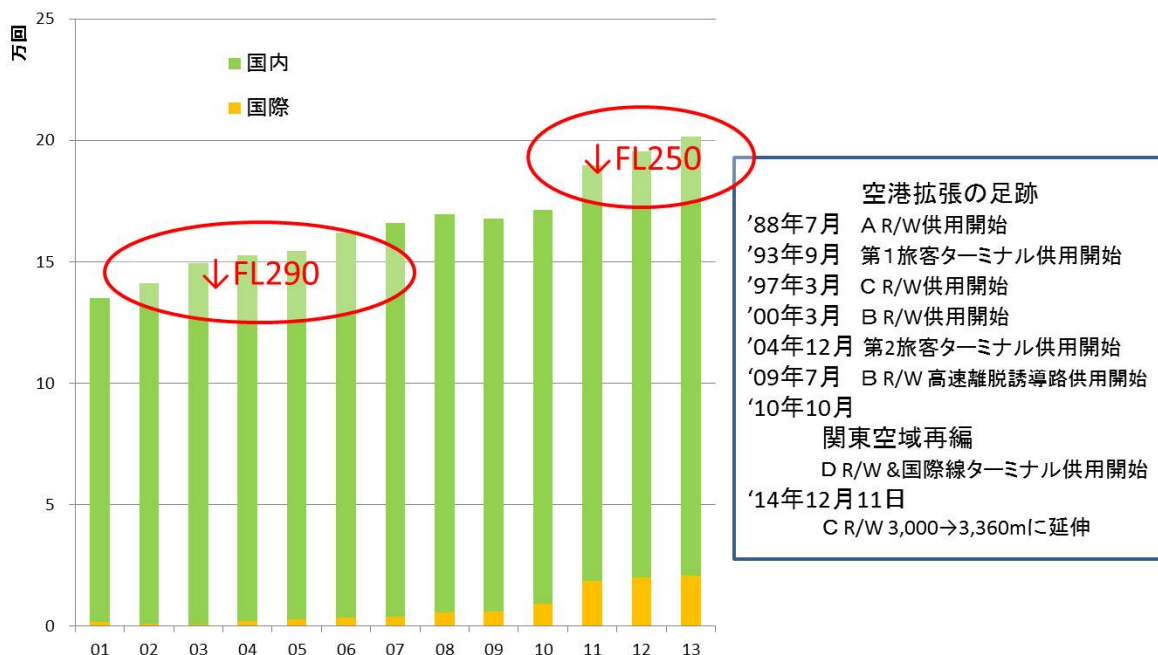
FAA の方式では 500fpm を維持できない場合の通報が義務づけられていますが、500fpm という狭い範囲の通報でも比較的低高度では実際には励行され難いのが現実です。一方高々度では 1,000fpm に通報の範囲を広げても該当するケースが非常に少ないので、確実に行われる可能性が高く、管制上も非常に有効と思われます。したがって日本では 10,000 フィート以上の空域に限って 1,000fpm 以上の降下率が維持できない場合に通報することとしました。

—以降省略—

一方、現在の日本では一日に 6,000 機余りの IFR 機が飛び交っている。そのうち東京国際空港（羽田）は 1,200 機、成田国際空港では 700 機近くの航空機が離発着を行っている。2020 年の東京オリンピックに向けて更に 1 割程度の飛行回数の増加が検討されている。

これまで述べてきたように、2000 年頃までは巡航高度からの "Pilot discretion" による降下指示が出されていたが、図-3 のとおり、羽田空港の取り扱い機数の増加と共に巡航からの最初の降下指示において一律に指定される高度が次第に低下してきていることが分かる。

図-3 東京国際空港の着陸回数の推移と ACC が出す降下指示高度



しかし、ターボファンで飛行する旅客機の単位時間当たりの燃料消費率は高々度ほど低くなり、3 万フィートを基準とすると 1 万フィートでは 2 倍、2 万フィートでは 1.3 倍であると言われている。さらに、連続降下を行えば、位置エネルギーを運動エネルギーに転嫁することができるためフライト・アイドルの状態で行うことができる。

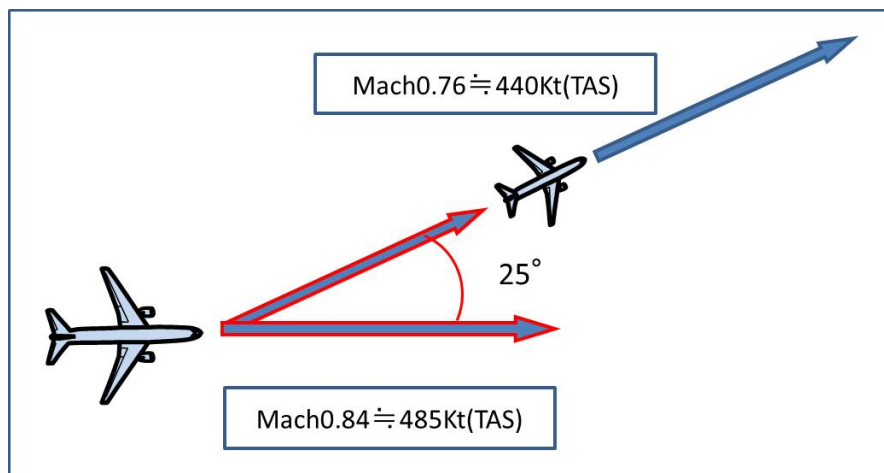
一方、航空管制の立場からみると一定の高度まで全ての航空機を降下させてスペーシングを行うことは以下のようなメリットがある。

①対気速度を揃える

現在の旅客機は一般に大型機ほど巡航速度が速く B737 ではマック 0.76、B777 や B787 では 0.84～0.85 程度である。マック 0.84 で飛行している航空機が指示対気速度 (IAS) で飛行する高度は 285kt で IAS に移行する場合は FL350、300kt の場合は FL330 付近である。一方、マック 0.76 で飛行する機体では 285kt では FL300、300kt の場合で FL290 となる。したがって、到着機どうしの飛行速度を揃えることを目的とする場合には FL290 以下に降下させる必要がある。(図-2 参照)

もし、先行機が FL350 をマック 0.76 で飛行しており、後続機がマック 0.84 で飛行している場合は後続機が先行機に対して 45kt 以上速く飛行していることになる。先行機との間隔を縮めないようにするには先行機の進路よりも 25° 外側を飛行する進路を飛行させなければならない。不要な迂回を回避することができればパイロットにとって降下のプランニングが立てやすくなり、結果として燃料節減につながることになる。(図-4 参照)

図-4 巡航高度(FL370)における速度差に基づいてスペーシングを行う場合



②対気速度を抑える

高度が下がると真対気速度（TAS）が低下する。また、IAS で飛行する領域では失速速度とのマージンが増加するため、より低速度を指示することが可能となり、タービュランスが発生している場合を除いてどの機種に対しても 250kt まで減速することが可能となる。その結果、スペーシングのための空域を小さくすることができ、エンルートホールディングの可能性が低くなる。

③偏西風の影響を軽減する

冬季は一般に 100kt を超える偏西風が吹いており 200kt 近い風速となることもあるが、FL250～270 程度まで降下すると偏西風の影響を相当程度緩和することができるため、対地速度を低下させることが可能となる。

④交差するトラフィックとのスレットの軽減

東京国際空港(羽田)から出発して南方に出域する航空機は西方からの到着機と交差することになるが、巡航高度に到達する地点と到着機の巡航高度からの降下開始点が競合することが多い。このため、最適な降下開始点よりも手前で降下していることが望ましい。

3. パイロットの立場から

① エアラインパイロットの視点

管制官が管制間隔の設定を第1順位として航空交通の秩序正しい流れを促進し維持するために、現在の状況下「一定の高度まで全ての航空機を降下させてスペーシングを行う」ことは航空管制上メリットがあることはよく理解できる。しかし、分かっているだけでもパイロットはやはり、余り早い時期から降りたくはないのである。

飛行機は燃料によって作り出された熱エネルギーを運動エネルギーに変換して仕事をしている。一定の仕事量を最小のエネルギー消費で行おうとするエアラインパイロットにとって効率を最大にするために重要な事は、Optimum（最適）な Flight path を飛ぶこと、そして必要最小限の Load factor で飛ぶことである。

現代のジェット旅客機は殆どが ADVTECH（Advanced Technology）機である。FMS（Flight Management System）が飛ぶべき Optimum Path を計算し、降下時には Optimum Path からの Deviation が ND（Navigation Display）の VTK（Vertical Track）に表示され直読できるようになっている。パイロットは可能であれば少しでも Optimum に近い Path を飛行したいと思うものである。

② 何故高々度を高速で飛行するのか

ジェット旅客機の飛行の特徴は、機体が大きく重いこと、動力源として Turbine Engine を使用していること、そしてより速く、より高い高度を飛行することである。

高々度では空気密度が小さいため空気抵抗が小さく燃料消費量が少ない。そして高速で飛行すれば Turbine Engine は推進効率が良いこと等から、高々度や高速飛行における様々な問題（安定性の低下、衝撃波の発生、操縦性の変化等）を克服し、効率のよい運航ができる様になっている。反面、ジェット旅客機は低高度では燃料消費量が大きいのである。

③ 効率的な運航実施への努力

近年は FMS が登場して ECON Speed が採用されている。ECON Speed とはコスト最小の速度であり、Time Cost と Fuel Cost のベストバランスの速度である。そして、Time Cost と Fuel Cost の比率を表す指標が Cost Index である。

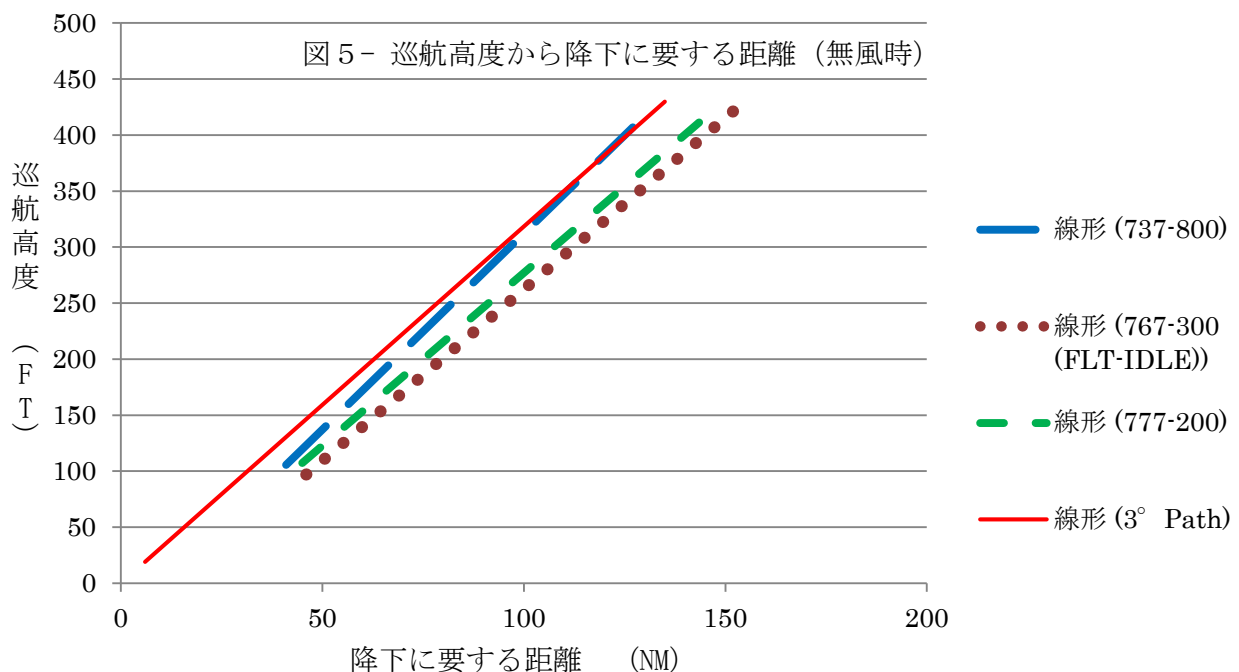
最新の気象データを使用して最適巡航高度を決めるが、それに加えて最近では最も効率的な結果を出すために Cost Index を柔軟に運用することも行われている。そうした努力によっても得られる結果は、国内線の計画の段階で、飛行時間の 1~2 分の短縮、或いは 100LBS 単位の燃料節減に留まっている。

国内線で例えば九州から関東までの飛行において、飛行計画上の降下に要する時間と燃料量を調べてみると、降下に要する時間は総飛行時間の 1/3 程度であるが、燃料は全体の燃料消費量の約 1 割である。計画上降下は Idle thrust で行われることになっており、早い時期の降下や低高度での Level off、Holding 等は飛行計画と差を生じ、パイロットにとって重要な関心事となる。

④ ジェット旅客機の降下性能

飛行速度が音速に近づくと、空気の圧縮性の影響が顕著に表れてきて、音速を境に空力特性が著しく変化する。その影響を知るためには音の単位を速度の基準にした方が便利である。したがって、飛行機の運航は低速では IAS で、高速では Mach で行われている。一方、飛行機の Navigation は TAS で行われる。

B737-800 の Mach 数/IAS 一定の降下性能を考えてみよう。(図-2 参照) M.76/300Kt の降下を考えると、FL360/Tropopause (圏界面) 以上は気温が一定であるので TAS は一定の「等速降下」、FL360~FL280 (Crossover ALT) の間は TAS が増加する「加速降下」、FL260 以下は TAS が減少する「減速降下」となる。降下は Idle Thrust が前提なので、「加速降下」の区間は大きな降下率となる。



こうした降下性能をグラフにしたのが図-5 で、現代のジェット旅客機は平均すると無風時に、大体 2.5° ~ 3° の降下 (滑空) 性能となっている。

⑤ VNAV (Vertical Navigation) モードによる降下

VNAV Path Descent ; VNAV Path で飛行中 “at pilot’s discretion” の用語が付いた降下のクリアランスが発出された場合、パイロットが降下開始点 : Top of descent (TOD) に達する前に MCP (Mode Control panel) の ALT window に Lower Altitude をセットすれば、TOD から Thrust が Idle となり降下速度に減速した後、Autopilot は VNAV Path に沿って降下を開始する。この時 ND に VTK が現れ、降下中 VNAV Path との差を表示する。

Early Descent ; TOD の手前で通常降下のクリアランスが発出された場合は、直ちに降下の操作を開始する。VNAV Path で飛行中 TOD から 50NM 以内の時には、MCP ALT window に Lower Altitude をセットし、ALT Selector を押せば、Auto throttle は SPD から THR となり、1,250fpm 程度で降下するために必要な Thrust をセットする。その後、HOLD となり以降 thrust の調整はパイロットに任される。Autopilot は VNAV Path に会合するまで緩い Rate の降下を続け、降下中は ND に VTK が表示される。

⑥ 巡航からの降下の実際

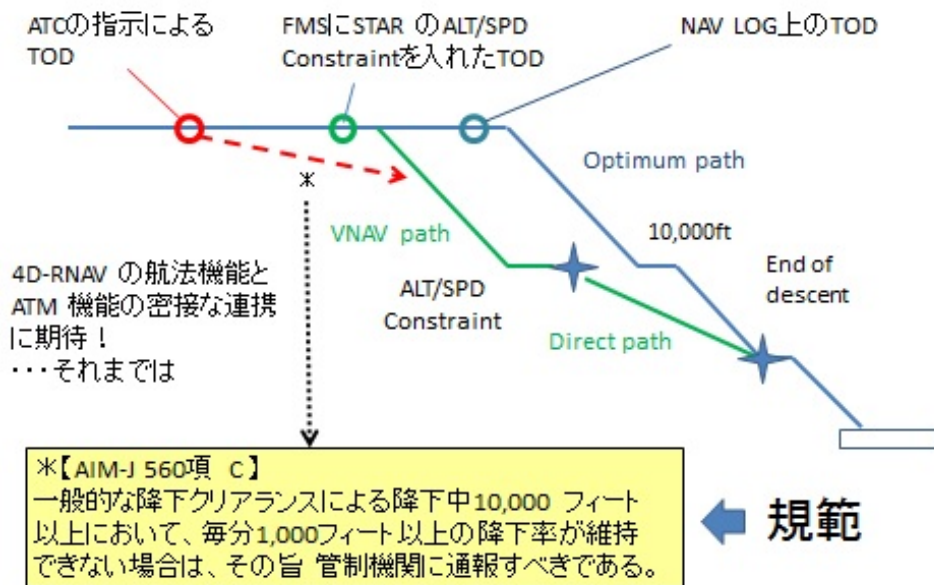
航空会社の NAV LOG (航法計画書) は、各空港の滑走路別に作成されているわけではないので、STAR や IAP (計器進入方式) の高度制限や速度制限等は考慮されておらず、空港からの距離の応じて最適な Path を最適な Speed で飛行する前提で降下計画が作られている。(NAV LOG の TOD)

実際に飛行する場合には、滑走路が決まり予想される STAR や IAP を FMS に入力することにより、通過地点の高度制限や速度制限を考慮した降下 Path が作成される。(VNAV PATH)

航空交通量の多い現状では、スペーシングを行うために早い時期に一定の高度まで降下させる管制が実施されると、FMS の計算した TOD より相当早い時期から降下を開始することになる。そのような場合、余り早く降りたくないと思っても、通常操作の範囲で適切な降下率を維持して出来るだけ速やかに降下することが基本であることから降下を開始するが、状況によっては Thrust を Idle として大きな降下率で降下するパイロットがいるかも知れないし、緩い降下率で降下するパイロットもいるだろう。またその様に降下率がバラバラでは管制官はやり難いであろうことは容易に想像できる。(ATC の指示による降下)

それではスペーシングの為に早い時期から降下を指示された場合は、「一律に○○○○fpm で降下する事と決めてしまえば良い」という声が聞こえてきそうな気がする。ところが実際の運航はそう単純なものではない。燃料節減ばかりでなくタービュランス回避等いろいろな問題があり、その時適切と判断される降下率はいつも同じではないはずで、それを適切に判断し実施することこそがパイロットの仕事である。

図一6 巡航からの降下概念図



しかしながら、余り少ない降下率だとレーダー表示画面上で管制官が、当該機が降下しているのか Level off しているのか判断できないような状況となることもある。それでは困るのでパイロットと管制官が R/T Meeting で議論した結果、得られた結論が AIM-J 560 項 C と理解している。(図—6 参照)

⑦ 規定と規範

前出の様に R/T Meeting ではパイロットと管制官が「共通の認識」を持つために重要と思われるテーマを検討し、結論は AIM-J 編集会議を経て、規則ではカバーされていない部分は規範として AIM-J に記載されてきた。そして 560 項の例でいえば、それは時代とともに見直されてきている。規則に触れなければ何をしても良いということになると、それは正に無規範状態である。そこにはパイロットと管制官の共通の認識は存在しないし、共通の規範がなければお互いの信頼関係も成り立たなくなってしまう。

また、機長が副操縦士を指導する場合も「俺がそうしろと言っているのだからそうしろ」と言うのではなく、「AIM-J には そうすべき と書いてあるのだからそうすべきだ」と指導すれば両者は AIM-J を介して対話していることになる。将来、その副操縦士が機長になり、副操縦士を指導する立場になった場合にもその様に教えれば、規範に対する考え方が正しく伝承されてゆくことになるであろう。

近い将来 4D-RNAV が導入され、交通流管理 (ATM) 機能と密接な連携が行われれば、一定の高度まで全ての航空機を降下させてスペーシングを行うという管制手法は昔話になってしまうかもしれない。しかし、当面はパイロットと管制官のお互いの役割分担を認識し、規範に従って安全で効率的な運航の実施を目指すべきだろう。

4、将来の航空交通管理への対応

将来の航空交通システムに関する推進協議会の平成 25 年度活動報告書によれば、ターミナルに用いられる TAPS (Trajectory Airport traffic data Processing System) と呼ばれる次世代システムを 2018 年の中頃、エンルートに整備される TEPS (Trajectory En-route traffic data Processing System) は 2019 年の後半に整備される予定となっている。

運用面では、これらのシステムの整備に合わせて西方から羽田に到着する航空機の中高度 (10,000ft~20,000ft 程度) の航空管制は、東京 ACC から東京アプローチに移管される予定となっている。羽田では北風時と南風時の滑走路の運用形態の比率は 6:4 程度であるが、効率的に連続降下を実施するためには移管される高度は運用する滑走路により変更されることが望ましい。現在では着陸滑走路や進入方式に関わらず東京 ACC は ADDUM (千葉県館山市の東方海上) を 10,000ft で東京アプローチに移管しているが、整備後は伊豆大島付近を 20,000ft 程度で移管することになる予定であり、移管される高度は一定であるもののパイロットにとって高度プロファイルを最適化するための調整が行い易くなると思われる。

一方、交通流管理 (ATM) の観点からは「軌道情報を用いた複数地点における CFDT (Calculated Fix Departure Time) による時間管理の高度化」を謳っており、報告書に記載されている内容の要約は以下のとおりである。

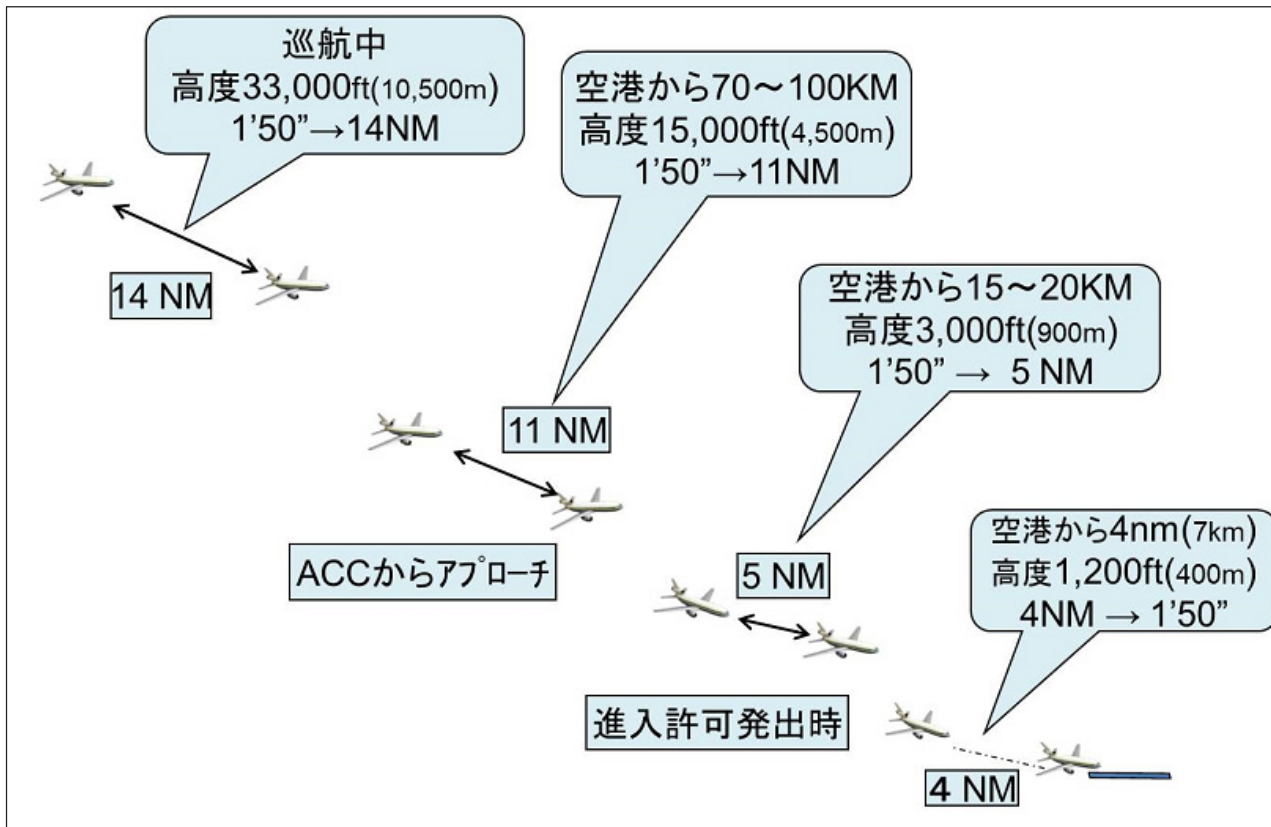
地上側で経路上の複数のウェイポイントの通過時刻を設定し、機上システムで時刻に合わせた飛行となるよう制御し、より効率的に軌道の管理と交通流の生成を実施する。また、運航前に算出した CFDT を運航中に監視し、必要に応じて修正を行うことにより、計画的な交通流形成を行い、交通量の集中を回避する。当初は、国内空域を飛行する混雑空港到着機を対象として運用を開始し、その後、洋上空域を飛行する航空機や隣接 FIR に出域する航空機を対象を段階的に拡大する。

さらに精度を高めることにより、米国で TBFM (Time Based Flow Management) として導入を計画している合流地点における時刻ベースの順序付け、間隔設定・メタリングを行う機能を持たせることを目標としている。

今回は AIM-J に記述されている規範に関する部分について 560 項の「降下方式 (IFR)」に焦点をあてて紹介してきたが、これからも航空管制の高度化や航空機の運航性能の向上による環境の変化に対応して、

逐次内容の変更を行っていくことになるであろう。

図-7 先行機と後続機の時間間隔と距離の関係



高度制限の再確認

はじめに

2005年頃までは、高度制限の運用についてパイロットと管制官の間に共通の認識が構築されていなかったため種々のトラブルが続出し、R/Tでは第50回MTG（1982年3月13日）以来高度制限の運用上の問題が繰り返し討議された。当時の主なトラブルは「経路や高度が変更された時あるいはレーダー誘導が終了する時に、どの高度制限が有効でどの高度制限が必要なくなるのか」が明確でなく、管制上守られなければならない高度制限が守られないケースが続出したことであった。

米国では同様の問題が1970年代に多発し、1975年には高度制限問題の温床となっていた "Until further advised" の用語を廃止すると共に、「フライトの節目（高度を指示した時と経路を変更した時）で必要な高度制限は指示し直し、再度指示されなかったものは無効」という明確な運用を行っていた。日本では「高度制限」が定義されておらず、"Until further advised" が高度制限として使用されたために重大なインシデントが発生しており、R/TではFAAの方式を管制方式基準に取り入れるべく検討を続け、航空局に対して「高度制限の運用を明確にする管制方式基準の改正提案」を繰り返し進言したこともあって、2006年10月に管制方式基準がドラスティックに改正されるに至った。

2006年の大改正は、まず「維持すべき高度」が整理されて「高度の指定」に統一され、"Until further advised" が廃止されたことによって「維持高度の二重構造」がなくなり、「高度制限」という言葉が定義されて、その運用が米国から30年遅れてFAAの方式とほぼ同じ内容に改正された。

高度制限の運用がドラスティックに変更され、当時は航空局をはじめ各航空会社や民間団体でも高度制限の変更について大掛かりなキャンペーンが繰り返され徹底的な質疑応答があり、管制官とパイロットの共通認識が確立されたと思われた。その後R/Tにおいて高度制限について討議されたのは、2010年1月にICAOが高度制限の運用方式（FAAの方式とは大幅に異なる複雑な方式）を打ち出し、2012年に予定されたPANS-ATMの改正に盛り込む方針が伝えられたことに対する検討が1回行われたにとどまっている。

2006年の大改正から約10年が経過した昨今、意外と基本的な運用が正確に認識されていないことや、高度制限の規定の解釈があいまいなまま運用が定着している点が表面化してきた。その原因は、約10年という時間の経過もさることながら、2006年当時の問題意識がSIDでの高度制限に特化されていたために、STARでの運用についてはあまり議論されておらず、規定上もほとんど触れられていないことが一因と考えられる。

今回のATSシンポジウムでは、管制方式基準の改正を提案するものではなく、現行規定と実運用として定着している運用を是認したうえで、高度制限についての規定の考え方を確認してみたい。

高度制限に関する管制方式基準の規定 と AIP の記述

管制方式基準 定義

(参照：AIP ENR 1.5- 1.3.7)

高度制限(Altitude restrictions)：特定フィックス又は特定時刻において通過すべき高度について
公示されたもの又は管制官が航空機に指示したものをいう。

管制方式基準 (II) 1 (8) 【高度の指定】

f (a) 高度の変更は、新たな高度を指定することにより行うものとする。また、高度制限を伴う高度の変更は、(9) a (b) 又は (c) によることができる。

★(上昇/降下して) [高度] を維持して下さい。

(CLIMB / DESCEND AND) MAINTAIN [altitude] .

a 高度制限を指示する場合は、以下の方法によるものとする。

(a) 特定フィックスを通過する高度を指定する。

★ [高度] (以上/以下)で

{ [フィックス]
又は
[VOR/VORTAC/TACAN] の [方向] [数値] 海里の地点 } を通過して下さい。

CROSS { [fix]
or
[number] DME [direction] OF [VOR/VORTAC/TACAN] }

AT (OR ABOVE / BELOW) [altitude] .

(b) 上昇又は降下を開始する特定フィックス又は特定時刻まで維持すべき高度を指定する。

★ [フィックス] 通過後に上昇/降下して [高度] を維持して下さい。

AFTER PASSING [fix] , CLIMB / DESCEND AND MAINTAIN [altitude] .

★ [時刻]

{ 又は
[フィックス] まで } [高度] を維持した後、上昇/降下して [高度] を維持して下さい。

MAINTAIN [altitude] { [time]
or
PASSING [fix] } THEN CLIMB / DESCEND
UNTIL AND MAINTAIN [altitude] .

(c) 上昇又は降下により特定フィックス又は特定時刻において到達すべき高度を指定する。

★ [フィックス又は時刻] までに [高度] に到達するよう上昇/降下して下さい。

CLIMB / DESCEND TO REACH [altitude] BY [fix or time] .

b 高度制限を変更する場合は、以下の方法により行うものとする。

(a) すべての高度制限を無効とする旨を通報する。

★ 高度制限を無効とします。

ALTITUDE RESTRICTIONS CANCELLED.

(b) 無効となる高度制限を通報し、その他の高度制限に変更がない旨を通報する。

★ [高度又はフィックス] の制限を無効とします。その他の高度制限に変更はありません。

[altitude or fix] RESTRICTION CANCELLED, REST OF RESTRICTIONS
UNCHANGED.

(c) 追加又は変更となる高度制限を指示し、その他の高度制限について通報する。

★ [追加/変更後の高度制限]、その他の高度制限 { に変更はありません。
又は
を無効とします。

[additional / amended altitude restriction] ,
REST OF RESTRICTIONS { UNCHANGED.
or
CANCELLED.

c 飛行中において、あらためて高度(現在指定されている高度を含む)を指定した場合又はフィックスへの直行を含め飛行経路を変更した場合は、必要な高度制限についてあらためて指示するものとする。

★(上昇/降下して) [高度] を維持して下さい。高度制限に従って下さい。

(CLIMB / DESCEND AND) MAINTAIN [altitude] , COMPLY WITH
RESTRICTIONS.

★ [フィックス] への直行を承認します。高度制限に従って下さい。

RECLEARED DIRECT [fix] , COMPLY WITH RESTRICTIONS.

注1 飛行中の航空機に対し、あらためて高度を指定("CLIMB" "DESCEND"

"MAINTAIN"の用語を使用)した場合又は、フィックスへの直行を含め飛行経路を変更した場合は、高度制限について指示しない限りすべて無効となる。

〔例〕 Recleared via URAGA direct Yaizu, cross URAGA at or below 13,000.

注2 降下に係る高度を指定する場合であって、特定フィックスの通過高度が含まれるときは、降下の時機については操縦士に任される。

管制方式基準 (II) 7 【進入フィックスへの承認】

(2) 管制区管制所等が到着機に対し進入フィックス等までの管制承認を発出する場合は、次に掲げる事項を含むものとする。ただし、進入許可の発出と同時に当該計器進入方式に接続する STAR を承認する場合は、(7) b (a)によるものとする。

(a) 進入フィックス等の名称 (ただし、(b)により STAR を承認することにより進入フィックスが特定できる場合は、省略することができる。)

(b) 進入フィックス等までの飛行経路

この場合公示された STAR を使用することができる。ただし、RNAV1 として指定された STAR を承認する場合は、レーダー業務が提供できる場合に限る。

★ [STAR の名称]

[STAR name]

(c) 高度

(d) その他必要な事項

〔例〕 Cleared to KAIHO via TATEYAMA direct, descend and maintain 10,000.

Cleared to COSMO via Venus South Arrival, descend and maintain 4,000. Comply with restrictions.

Cleared via Daigo Arrival, descend and maintain 5,000.

管制方式基準 (II) 7 (7) 【進入許可】

(参照 : AIP ENR 1.5- 2.1.1.2)

b STARを経由して到着機に対し進入許可を発出する場合は次に掲げるとおりとする。ただ RNAV1 として指定されたSTAR を承認する場合は、レーダー業務が提供できる場合に限る。

(a) 進入許可の発出と同時に当該計器進入方式に接続するSTAR を承認する。

★ [STAR の名称] 経由([計器進入方式の種類])進入を許可します。

CLEARED FOR ([type of approach]) APPROACH VIA [STAR name]

注 この場合、航空機は航空路等の最低経路高度及びSTAR の高度制限に従って降下し進入を行う。

(b) (a)によることができない場合は、公示された進入開始高度を指定したのち進入許可を発出する。

〔例〕 Descend and maintain 3,000. Comply with restrictions. Cleared for approach.

Maintain 5,000 or above until passing Daigo VORTAC, then descend and maintain

3,600. Comply with restrictions. Cleared for approach.

管制方式基準 (IV) 4 (6) 【誘導の終了】

(参照 : AIP ENR 1.5- 1.3.7.2)

c 誘導を終了したのち必要な高度制限についてあらためて指示するものとする。

★制限事項に従って下さい。

COMPLY WITH RESTRICTIONS.

〔例〕 Resume own navigation direct KisarazuVOR, comply with restrictions.

Resume own navigation, 7miles north of URAGA, turn right heading 180 to intercept
KisarazuVOR 205 radial, URAGA restriction cancelled, rest of restrictions unchanged.
注 あらためて指示しない高度制限はすべて無効である。

AIP ENR 1.1- 通信機故障の場合の飛行方法

17.2 前項の通信設定ができなかった場合 ((1) および(2)の a) は省略)

b) 承認されていた高度若しくは最低高度（最低経路高度、最低通過高度、最低受信可能高度、高度制限による高度を指す。）のいずれか高い高度及び指示されていた速度を維持して、以下の時間まで飛行し、その後通報した飛行計画による高度及び速度を維持して飛行する。ただし、通信機故障の前に、着陸のための降下の指示をされている場合は、当該指示による高度を維持して飛行する。

ケーススタディー：長崎空港 "FUBUKI RNAV ARRIVAL"

FUBUKI RNAV ARRIVAL

OHGIE - PADDY - FU32A - TAKAK - OBAMA - FU32B - FUBKI - ILS Z RWY32

高度制限： 11000 7000 ... 5000 2600

OHGIE までの ATS 経路の MEA は 7,000 である。

1. 経緯

- ・本州から長崎空港へ向かう到着機は、DGC (福岡 VOR/TAC) から OHGIE・TAKEO を経て OLE (長崎 VOR/DME)、RJFU へ承認されている。福岡 ACC から "Descend to reach 11,000 by OHGIE" の降下指示があり、長崎 APP へ移管される。長崎 APP からは交通状況に応じてレーダー誘導や STAR の承認が行われる。
- ・OHGIE は進入管制区の境界線上にあるフィックスで、使用滑走路に応じた 2 つの RNAV STAR の開始点でもある。
- ・STAR による到着の場合、長崎 APP から "Cleared for ILS Z RWY 32 APCH via FUBUKI RNAV ARRIVAL." と、進入許可の発出と同時に STAR が承認される場合がある。
- ・この時、ACC から指示された OHGIE の高度制限について言及がない場合と、"cross OHGIE at 11,000, rest of restrictions unchanged." が付加される場合があったので、パイロットの間で「OHGIE の高度制限について言及されない場合は、ACC から指示された高度制限 (cross OHGIE at 11,000) はどうなるのか」の議論があった。
- ・福岡 ACC から発出された "descend to reach 11,000 by OHGIE" の高度制限付きの降下指示は、長崎 APP から進入許可の発出と同時に STAR が承認されることによって無効となるのか有効なのか。認識が分れた原因は、①進入許可は降下指示が省略されているだけで、実際には進入開始高度への降下指示を得たのと同じである、②STAR の承認は経路の変更である、③ "climb", "descend", "maintain" が使われていないので高度の指定ではなく STAR の承認は経路の変更でもない、④STAR の承認は STAR に公示された高度制限の付加である、という 4 つの解釈の違いであると思われた。

2. 管制機関の対応：福岡 ACC

福岡 ACC が指示する "Descend to reach 11,000 by OHGIE" は長崎 APP へ移管するための指示で、福岡 ACC と長崎 APP の間での取り決めに基づく移管高度である。トラフィックや気象条件といった特別な事情がない限りは定型的に発出される。管制機関の間では移管点までに定められた高度へ到達していることを求めるので、OHGIE までに 11,000 へ降下するよう指示する。

3. 管制機関の対応：長崎 APP

長崎 APP は福岡 ACC から移管を受けた後、進入管制区に入る前であっても交通状況に応じて高度制限を含めた高度・経路・速度を指示できるので、"Descend to reach 11,000 by OHGIE" という福岡 ACC の指示を変更することは可能である。OHGIE で 11,000 という高度が効率的な降下パスよりは低めであることは管制官の間でもある程度認知されているので、それより高い高度での通過を許容した方が良いという考え方もある。また長崎 APP が"Cross OHGIE at 11,000, rest of restrictions unchanged." を指示する場合は、出発機 (CHIKUGO ONE RNAV DEPARTURE の SIOTA at or above 12,000) との垂直間隔が必要な場合もある。

4. 疑問点

- ・福岡 ACC が指示する OHGIE at 11,000 の高度制限は定型的なものであり、長崎 APP は当該機のハンドオフを受けた後は福岡 ACC の空域内であっても高度制限をキャンセルできるのであれば、なぜ移管後すぐにキャンセルしないのだろうか。
- ・進入許可の発出と同時に STAR が承認される場合は、OHGIE の高度制限が「at 11,000 から 11,000 or above に変更された」という共通の認識になっているのだろうか。
- ・「進入許可の発出と同時に STAR が承認されることによって、OHGIE の高度制限が at 11,000 から 11,000 or above に変更された」という認識がないとしても、OHGIE at 11,000 の高度制限が有効だと考えたら、OHGIE には異なる二つの高度制限が存在するという矛盾が生じる。ところが、異なる二つの高度制限がたまたま「at 11,000」と「at or above 11,000」であったために、パイロットによっては「念のため OHGIE を 11,000 で通過」していたのではないかと。

STAR に公示された高度制限を考えるにあたって、規定上で解釈が明確でない部分の考え方

a STAR に公示された高度制限の意味と規定の関連、STAR 一般の運用について

疑問点(a-1)：管制方式基準の規定として、「STAR の承認は STAR に公示された高度制限を指示したこと」であるとは明確には書かれていない。STAR に公示された高度制限については、(II) 1 (9) b (c)にある「追加又は変更となる高度制限を指示し、その他の高度制限について通報する」の「高度制限を指示し」を、「STAR を承認し」と読み代えて運用するのだろうか。

- 考え方：高度制限が公示されている STAR を承認するという事は、STAR が方式である以上「当該高度制限を追加するという意味を含んでいる」と考えるのが自然だと思われる。ただし管制方式基準にはそのように明確には書かれていないし、運用上もそのように行っていない場面があるということだろう。

疑問点(a-2)：(II) 1 (9) b (c)では、高度制限を追加した場合は「その他の高度制限について通報する」と明記されているが、STAR の承認が高度制限の追加になるならば、その他(STAR 以外)の高度制限についても通報しなければならないのか。

- 考え方：高度制限の規定が大幅に改正される契機となった主な問題点は、高度制限の付いたフィックスがたくさんある SID で一部分をショートカットしたケースであり、SID での高度制限が絡み合った複雑なケースについて議論が進んだので、改正された規定も STAR を念頭においたものではなかったようだが、STAR の承認も同様に考えるべきだろう。

ATC 例：ACC SFJ 43, descend and maintain FL170, cross STOUT at FL170.

APP SFJ 43, cleared for RNAV RWY 16 APPROACH via MALTS EAST ARRIVAL, cross STOUT at FL170 rest of restrictions unchanged.

疑問点(a-3) : STAR が承認されるということは「経路の変更」に該当するのではないだろうか。

○ 考え方：この解釈は微妙なので、どちらとも言い難い。以前は「STAR によって承認経路が進入フィックスまで延長される」(新しい経路の承認であるから経路の変更)という考え方をしていたが、2014 年からは管制承認による経路はもともと目的飛行場まで承認されており、使用する計器進入方式が確定することで進入フィックスまでの経路が明確になったという考え方に変化してきている。また以前は STAR は「経路」と定義されていたが、現在は「方式」に変更されているので、STAR の解釈は複雑になっている。さらに承認された飛行経路のフィックスが STAR の開始点で終了している管制承認では、「STAR の承認」が即「経路の変更」に該当するとは言いきれない。一方出発時の ATC クリアランスの飛行経路が STAR の経路と異なって計器進入を開始できるフィックスまで承認されているケースでは、到着に際して「STAR が承認される」ということは「経路の変更」に該当すると考えることができる。

① STAR の承認が明らかに経路の変更になると考えられる例：

飛行経路が DGC-Y204-OHGIE-TAKEO-OLE-RJFU

⇒ DGC-Y204-OHGIE-FUBUKI RNAV ARRIVAL を飛行する場合

② STAR と同じ経路が最初から承認されている例：

飛行経路が KOHWA-Y546-KODAI-MIRAI-ABENO-IKOMA-RJOO

⇒ KOHWA-Y546-KODAI-IKOMA EAST ARRIVAL を飛行する場合

③ 承認された経路の最後のフィックスから先の飛行方法が明確でなかったが、STAR の承認によって明確になる例：

飛行経路が STOUT-Y20-KIRIN-RJFF

⇒ STOUT-Y20-KIRIN-MALTS EAST ARRIVAL を飛行する場合

疑問点(a-4) : STAR が承認される前に、STAR の最初のフィックスについて STAR とは異なる高度制限が指示されていた場合、STAR が承認されたことで前に指示された高度制限は自動的に無効となると考えてよいのだろうか。

○ 考え方：STAR のみが承認される場合と、進入許可の発出と同時に STAR が承認される場合で対応が異なるので、それぞれの場合で考えなければならない。 → (b-2)、(c-1)

b STAR のみが承認される場合

疑問点(b-1) : STAR のみの承認の場合は何らかの高度が指定されるが、指定される高度と STAR の高度制限との関連はどうなっているのか。

○ 考え方：STAR の承認に際し指定する高度は、最終的には計器進入方式を開始する高度であるべきだが、そこに至るまでは(高度を指定することにより、何も通報しなければ高度制限は一旦実効性がなくなるので)必ずしも STAR の高度制限に合致している必要はないだろう。

ATC 例：[APP] JAL 531, cleared to MAOIE via CHITOSE ARRIVAL, maintain 10,000.

(MKE-25 DME を 7,000 or below の高度制限があるが、一時的に 10,000 を指定することは可能)

疑問点(b-2) : STAR のみが承認された場合は、高度が指定されるが、(II) 1 (9) cによると、高度があらためて指定されたことにより STAR に公示された高度制限についても再度指示しなおさないと無効となってしまう。STAR の高度制限に従わせるためには、"comply with restrictions"と指示することになるのだろうか。

○ 考え方：「STAR の承認と高度が指定される」運用は、「経路と高度制限が公示された STAR が承認され、かつ高度の指定が行われた」ことになり、経路については STAR に沿い、高度は別途指示されることになる。指示の時期にもよるが、STAR の高度制限に従わせる必要がある場合は

"comply with restrictions"と指示されることになる。

ATC 例 : **ACC** ADO 32, cleared via CREAM ARRIVAL, descend to reach 11000 by STONE.

APP ADO 32, descend and maintain 4000. Comply with restrictions.

c 進入許可の発出と同時に STAR が承認される場合

疑問点(c-1) : 進入許可の発出と同時に STAR が承認される前に、STAR のフィックスに STAR とは異なる高度制限が指示されていた場合は、STAR の承認によってその高度制限は STAR の高度制限に更新され、以前の高度制限は自動的に消滅するのだろうか。それとも管制官が (II) 1 (9) b (c) に従って "rest of restriction cancelled" を通報する必要があるのだろうか。

- 考え方 : 進入許可の発出と同時に STAR が承認される前に STAR のフィックスについて高度制限が指示されるのは、STAR の開始点に限られるが、STAR の承認が「経路の変更」に該当するならば、あらためて指示されない限り無効であり、「経路の変更」に該当しないとしても、STAR の開始点に 2 つの異なった高度制限が存在しては論理的に不都合であることから、どちらかがキャンセルされることは明白であり、最初の高度制限は後から指示された高度制限に更新され、最初の高度制限は自動的に消滅すると考えるのが妥当である。

ATC 例 : **ACC** ANA663 , descend to reach 11,000 by OHGIE.

APP ANA663, cleared for ILS Z runway 32 approach via FUBUKI RNAV ARRIVAL.

この場合 OHGIE の高度制限は、11,000 or above になる。

疑問点(c-3) : 進入許可の発出と同時に STAR が承認される前に、STAR の開始点に STAR とは異なる高度制限が指示されていた場合、STAR の承認後も最初に指示された高度制限を有効とする手続きと用語が明確でない。

- 考え方 : STAR の承認によって、以前に指示されていた高度制限は「STAR の高度制限で更新される」と考えるのが妥当なので、最初に指示されていた高度制限を有効とするならば、STAR の承認に続けて「STAR の高度制限の一部を変更して、他の高度制限に変更がない」旨を通報する必要がある。この場合「cross [fix] at [altitude], rest of restrictions unchanged」が使用される。

ATC 例 : **ACC** SNJ 35, descend to reach 11,000 by OHGIE.

APP SNJ 35, cleared for ILS Z runway 32 approach via FUBUKI RNAV ARRIVAL.

Cross OHGIE at 11,000, rest of restrictions unchanged.

疑問点(c-4) : STAR の開始点よりも手前のフィックスに高度制限が付されており、進入許可の発出と同時に STAR が承認された場合、管制方式基準(II)7(7) b の CLEARED FOR ([type of approach]) APPROACH VIA [STAR name] の用語が使われ、「この場合、航空機は航空路等の最低経路高度及び STAR の高度制限に従って降下し進入を行う」と書かれている。したがって STAR の開始点よりも手前のフィックスに付されていた高度制限は、「MEA を遵守すること」に置き換えられて、自動的にキャンセルされたと考えてよいだろうか。

- 考え方 : (II) 7 (7) b に「 STAR を経由して到着機に対し進入許可を発出する場合は次に掲げるとおりとする」と規定されており、(a) では CLEARED FOR ([type of approach]) APPROACH VIA [STAR name] の用語が示されている。そしてこの用語が使用された場合のパイロットの対応が「注 この場合、航空機は航空路等の最低経路高度及び STAR の高度制限に従って降下し進入を行う。」と明記されている。したがって、STAR の開始点よりも手前のフィックスに付されていた高度制限は再度通報されない限り、航空機は航空路等の最低経路高度及び STAR の高度制限を満足して飛行することになる。

ATC 例 : **ACC** SKY 21, descend and maintain FL170, cross STOUT at FL170.

APP SKY 21, cleared for RNAV RWY 16 APPROACH via MALTS EAST ARRIVAL.

この場合 STOUT を FL170 で通過する高度制限は無効となり、KIRIN までの MEA12000 とそれ以降の STAR の高度制限を守ることになる。

全国的な STAR の運用例

- ケーススタディーで取り上げた "FUBUKI RNAV ARRIVAL" のケースのように、STAR を承認する前に STAR の最初のフィックスに STAR の高度制限とは異なる高度制限を指示してアプローチにハンドオフされる空港は、長崎以外にも大阪 (ROKKO at 11,000)、大分 (YANAI at 8,000)、仙台 (OWLET at 13,000 又は LANCE at 11,000) などがある。しかし混雑空港においては STAR 経由の進入許可が発出されずレーダー誘導になることが多いことや、長崎のように STAR の開始点付近の上空を 1,000ft 差で通過させるようなトラフィックがないことなどから問題は顕在化していない。
- STAR を承認する前に STAR よりも手前の、航空路等のフィックスに高度制限を指示してアプローチにハンドオフされる空港は、福岡 (STOUT at FL170)、関西 (SAEKI at FL170)、大阪 (OHDAI at 13,000)、熊本 (ASONO at 10,000)、鹿児島 (SPICA at FL150) などがある。これらのケースでは一つのフィックスに対して管制官から指示された高度制限と STAR の高度制限のどちらを適用して良いのか分からなくなることはないが、STAR が承認された際あるいは STAR の承認と進入許可が同時に発出された際に、管制官から指示された高度制限が有効なのか無効なのか疑問が生じる可能性がある。

高度制限に関する新たな疑問点

疑問点：高度制限の定義から、計器進入方式における特定フィックスに明記されている高度も「高度制限」と理解される可能性が高い。しかしパイロットの感覚としては、計器進入方式に公示されているフィックスの通過高度は通常は管制上の都合で変更される性格の高度ではないので、計器進入方式の高度を定義の通り高度制限とは理解し難い。高度制限の定義に「ただし計器進入方式のフィックスに公示された高度を除く」旨を追記してはどうか。

- 考え方：進入許可を発出した後で、高度を指定したり経路を変更するケースはないと思われるので、計器進入方式での特定フィックスの通過高度は高度制限であっても特に問題はないと思われる。ただし、管制方式基準では (II) 7 (7) d で、管制間隔設定上必要な場合は、計器進入を行っている到着機に特定の高度を遵守させることが可能である。

例 1：新千歳空港 ILS Z RWY01R の IAF は YOTEI at 2000 であるが、レーダー誘導中に Traffic の関係でなかなか高度を下げるができず、誘導終了時 YOTEI に直行させると同時に YOTEI の at 2000 を解除する必要がある場合がある。この場合 “YOTEI 2000 restriction cancelled” などの用語が使用されている。

例 2：新千歳空港 RNAV RWY19L の IF は PUNCH at or above 2000 であるが、この PUNCH から FAF までの中間進入セグメント上空を 2500ft で自衛隊の VFR 機に通過させるため、PUNCH を at 2000 に変更する必要がある場合がある。この場合 “Cross PUNCH at 2000” などの用語が使用されている。

- いずれのケースも高度制限の解除や変更の用語を準用しているため、現行の高度制限の定義を変更すると不都合が生じかねない。ただしもしこれらの高度を高度制限として運用するのであれば “Rest of restrictions unchanged” の通報が必要であることになる。実際の運用としてそのような通報をしている空港はないものと考えられる。

お疲れさまでした！

また来年もお会いしましょう。

Radio Telephony Meeting

《お問合せ先》

〈レジユメの内容に関してのお問い合わせ・質問は下記までお願いします〉

公益社団法人 日本航空機操縦士協会 japa@japa.or.jp

一般財団法人 航空交通管制協会 atcaj@atcaj.or.jp