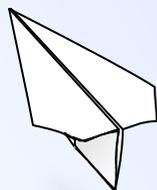


航空機の安全かつ効率的な運航について



平成 16年 2月 25日
国土交通省航空局

1．航空交通管理の必要性和概要

航空機の離陸から着陸まで	1
航空交通量の増加と航空管制サービス	2
航空機の運航における安全と効率	3
航空交通管理の概要	4
空の構造（空域について）	5
空の構造（飛行の経路について）	6
航空交通サービス	7

2．航空交通管理の高度化

航空交通管理の高度化による効果	8
首都圏の空域	9
沖縄の空域（嘉手納ラプコン）	11
空域の柔軟な調整	12
航空交通流管理による運航の安全・効率化	14
航空路の再編と運航の効率化	15
（参考）運用中のRNAV経路	
国内における短縮垂直間隔（RVSM）の導入	17
次世代航空保安システムへの移行	18
次世代航空保安システムの構築	19
航空交通管理（ATM）センターの整備	20

3．空港処理容量について

空港処理容量の決定要因について	21
大型機の割合について	22
飛行経路の相違	23

参考資料

航空機の飛行（IFRとVFR）	24
空港の質的充実（ILSの高カテゴリー化等）	25

1 . 航空交通管理の必要性和概要

航空機の離陸から着陸まで

航空機は、管制官から 経路や高度の指示を受けて、安全に飛行。
 交通量が増加すると、特に飛行場周辺は混雑するため、よりきめ細やかな管制サービスが必要。

管制業務

業務内容

航空路管制

空港周辺の空域を除くすべてのIFRの航空機に対して行われる業務。
 以下の4管制部が業務を実施。



- 札幌航空交通管制部
- 東京航空交通管制部
- 福岡航空交通管制部
- 那覇航空交通管制部

日本の担当区域

進入管制

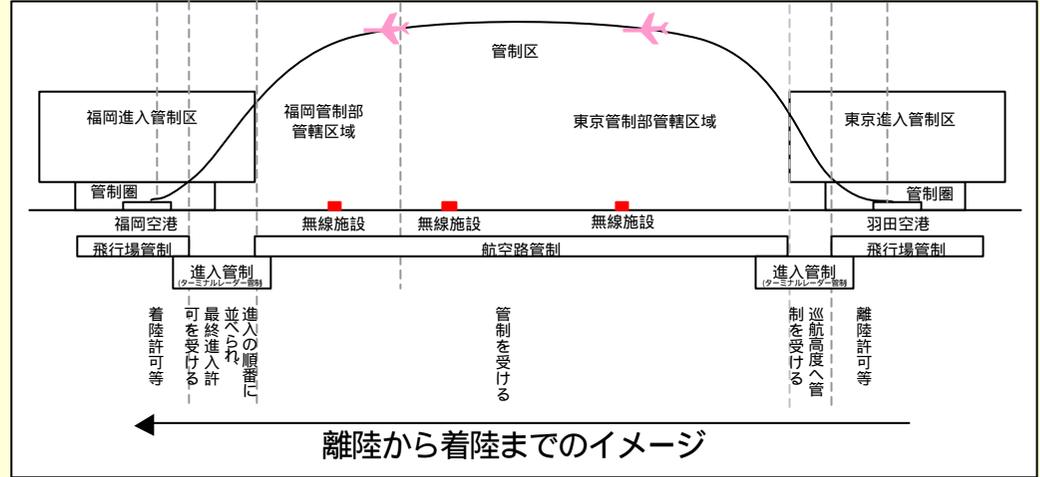
進入・出発の順序、経路、方式の指定及び上昇・降下の指示又は進入のための待機の指示などを行う業務。

飛行場管制

当該飛行場に離着陸する航空機に対し、離着陸の順序、時機、方法等を指示する業務。

着陸誘導管制

必要に応じ、着陸する航空機に対し、精密レーダー等を用いて、一機ずつ個別にコースと高さを指示して誘導を行う業務。



離陸から着陸までのイメージ

	飛行場の混雑度(イメージ)		
	低		高
空域のうち、管制圏や進入管制区は、混雑具合等により設定されていない飛行場もある。	管制区		進入管制区
飛行場		管制圏	管制圏
航空路管制	航空交通管制部	航空交通管制部	航空交通管制部
進入管制	航空交通管制部	航空交通管制部	進入管制所
飛行場管制	なし	飛行場管制所(管制塔)	飛行場管制所(管制塔)

管制業務の担当機関

航空交通量の増加と航空管制サービス

空港と同様に上空の混雑も深刻化するなか、増加する航空機に対して、レーダー等を最大限活用した安全かつ効率的な管制サービスを提供。

賑わうターミナルビル



出発の順番を待つ航空機

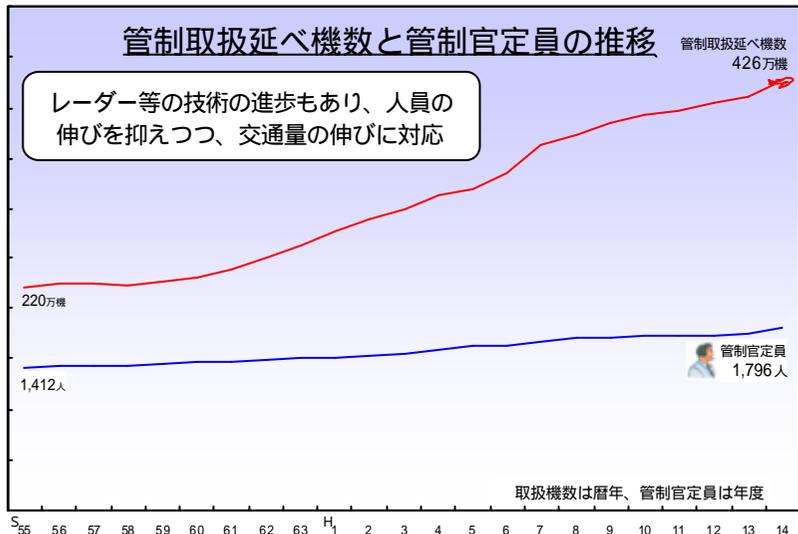
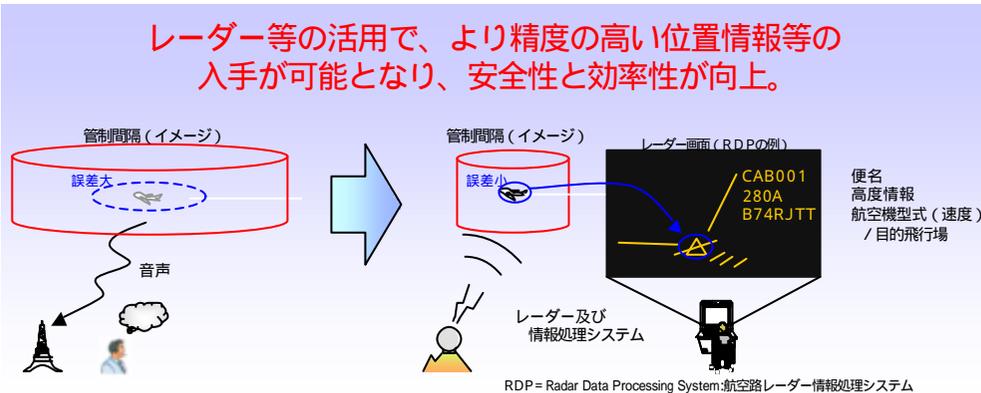


上空は混雑



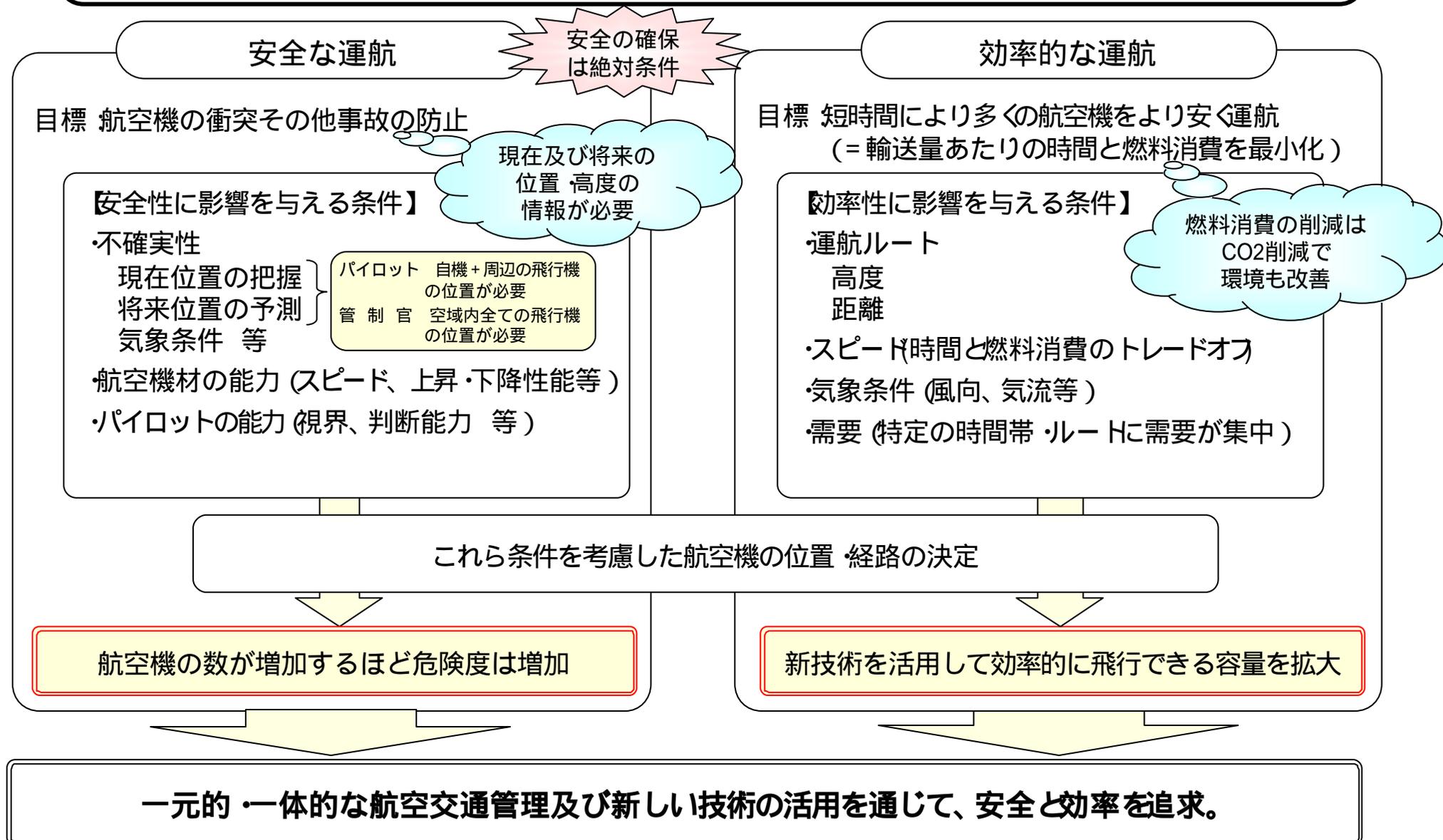
レーダー等の技術の進歩

航空機の縦、横、垂直方向に管制間隔を設定し、安全かつ効率的なサービスを提供
 管制間隔の設定には、航空機の正確な現在位置情報が不可欠



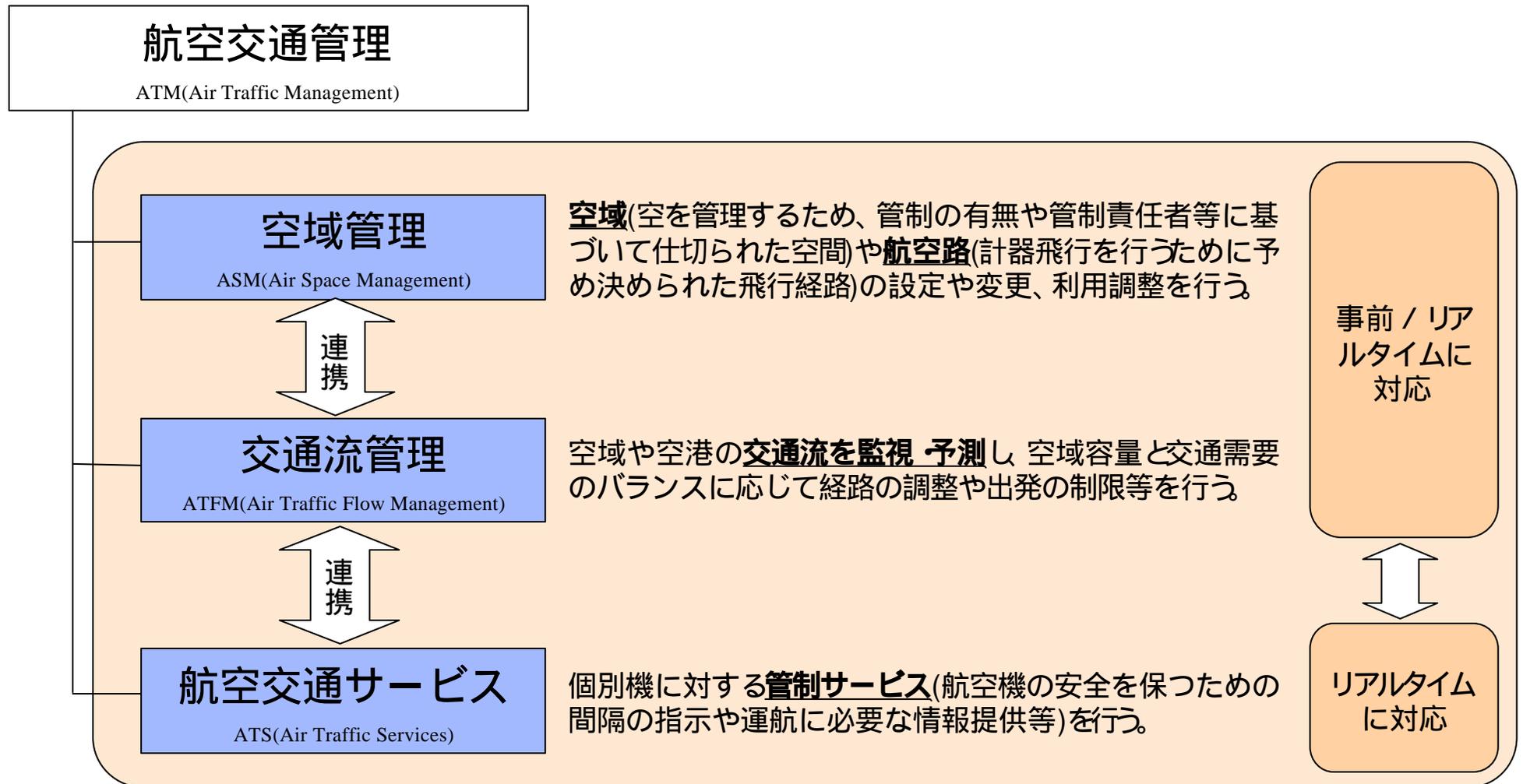
航空機の運航における安全と効率

安全で効率的な航空機の運航を確保するためには、適切な航空交通管理が必要。



航空交通管理の概要

適切な空域を設定し、空域の容量に応じて交通流量をコントロールした上で、個別機に対する管制サービスを提供。



利用目的やサービス内容に応じて空を区分し、航空交通の安全を確保。
 実際の利用状況に応じた柔軟な空域の調整による容量拡大・経路短縮が課題。

世界の空

世界の空を区分し、各国が航空交通業務を担当。通常自国の領空に隣接する公海上空を含む。

日本の空の概要

- 管制空域
 - 管制区 … 地表又は水面から200m以上の高さの一定の空域
 - 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
 - 管制圏 … 飛行場及びその付近の上空の一定の空域
- 上記のほか、特別管制区及び情報圏が設定されている。
 管制区及び進入管制区のレーダーの覆域内においては、レーダー管制業務が行われている。



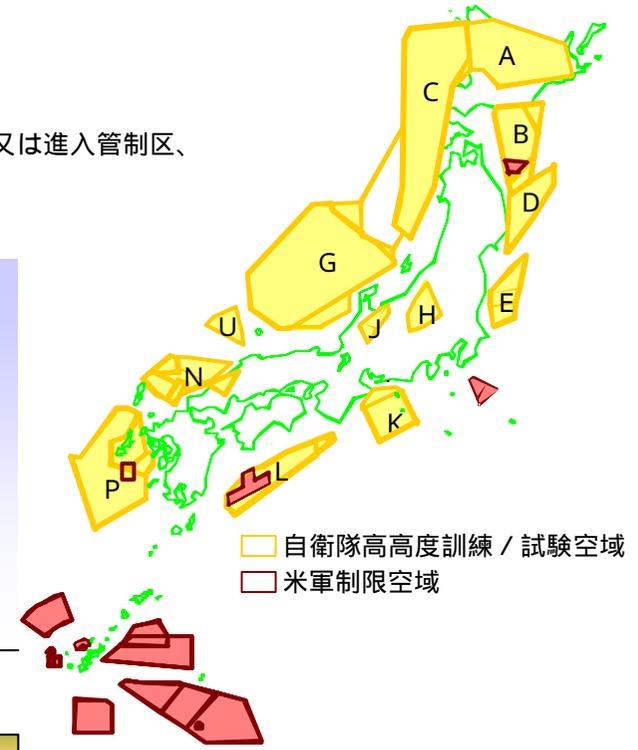
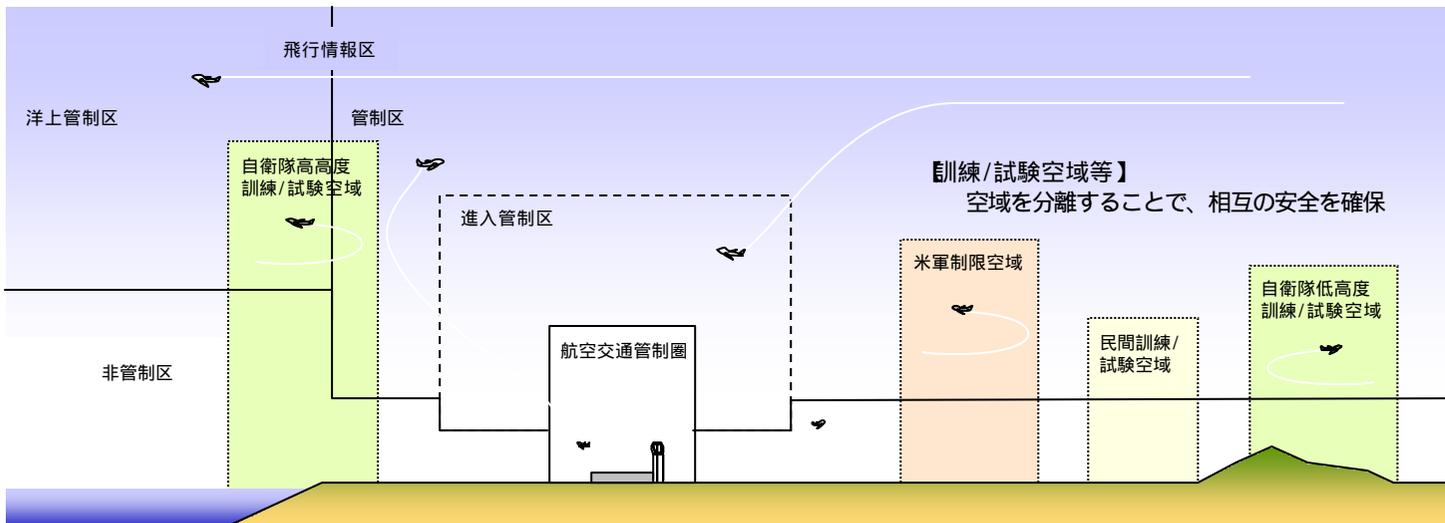
FIR
 Flight Information Region
 飛行情報区
 = 各国が航空交通業務を担当する区域

非管制空域 … 管制空域以外の空域

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 (百里、浜松等) 及び共用飛行場 (千歳、札幌、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、嘉手納等)、米軍制限空域等。



黄色 自衛隊高高度訓練 / 試験空域
 赤色 米軍制限空域

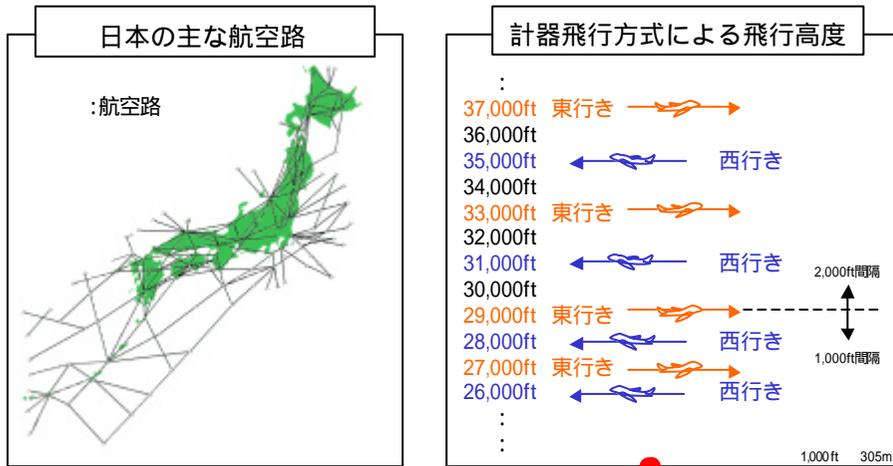
空の構造 (飛行の経路について)

航空交通に秩序を与え、安全かつ円滑な飛行を実現するため、航空路等の飛行経路を設定。技術進歩を反映した自由な航空路の設定が、効率的な運航実現の課題。

航空路

航空路は、基本的に無線施設相互を結んだ経路。

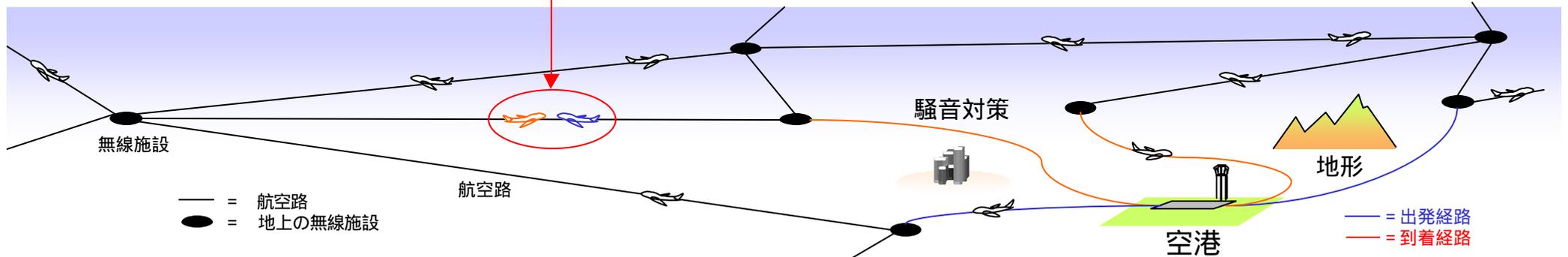
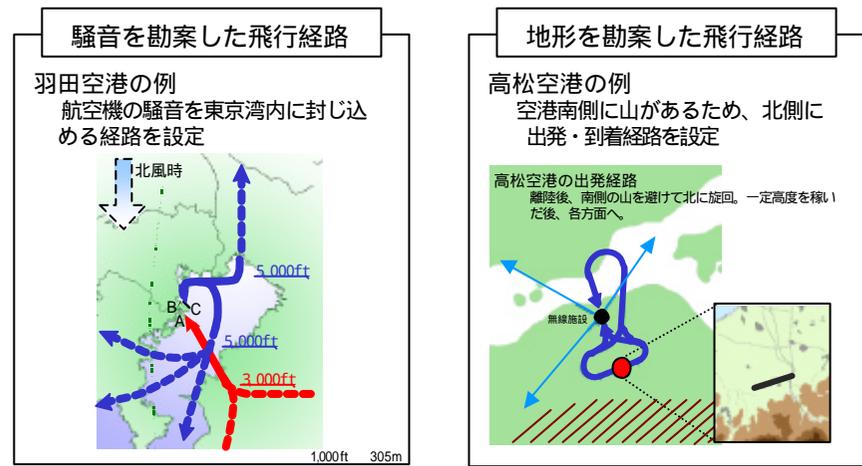
航空機は、無線施設から得られる情報(距離、方位等)を頼りに、航空路の直上を飛行方向(東行き、西行き)ごとに定められた高度で飛行。



出発 到着経路

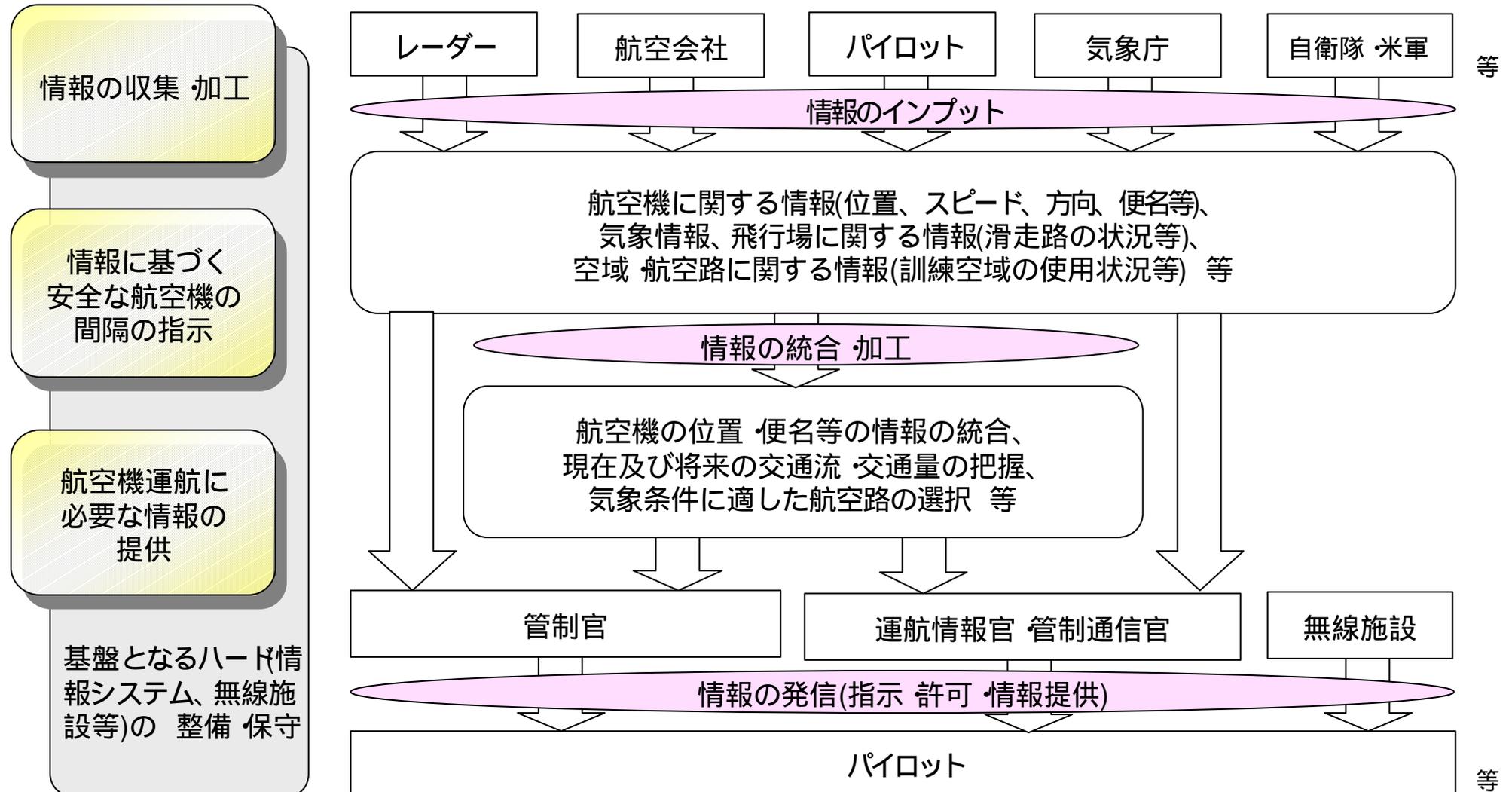
出発・到着経路については、空港周辺の地形や騒音対策の必要性等を総合的に勘案し、当該飛行場に係る飛行経路を設定。

また、一般に空港には複数の出発・到着経路が設定されており、出発・到着する方向や風向きなどの気象条件等により、飛行経路が決まる。



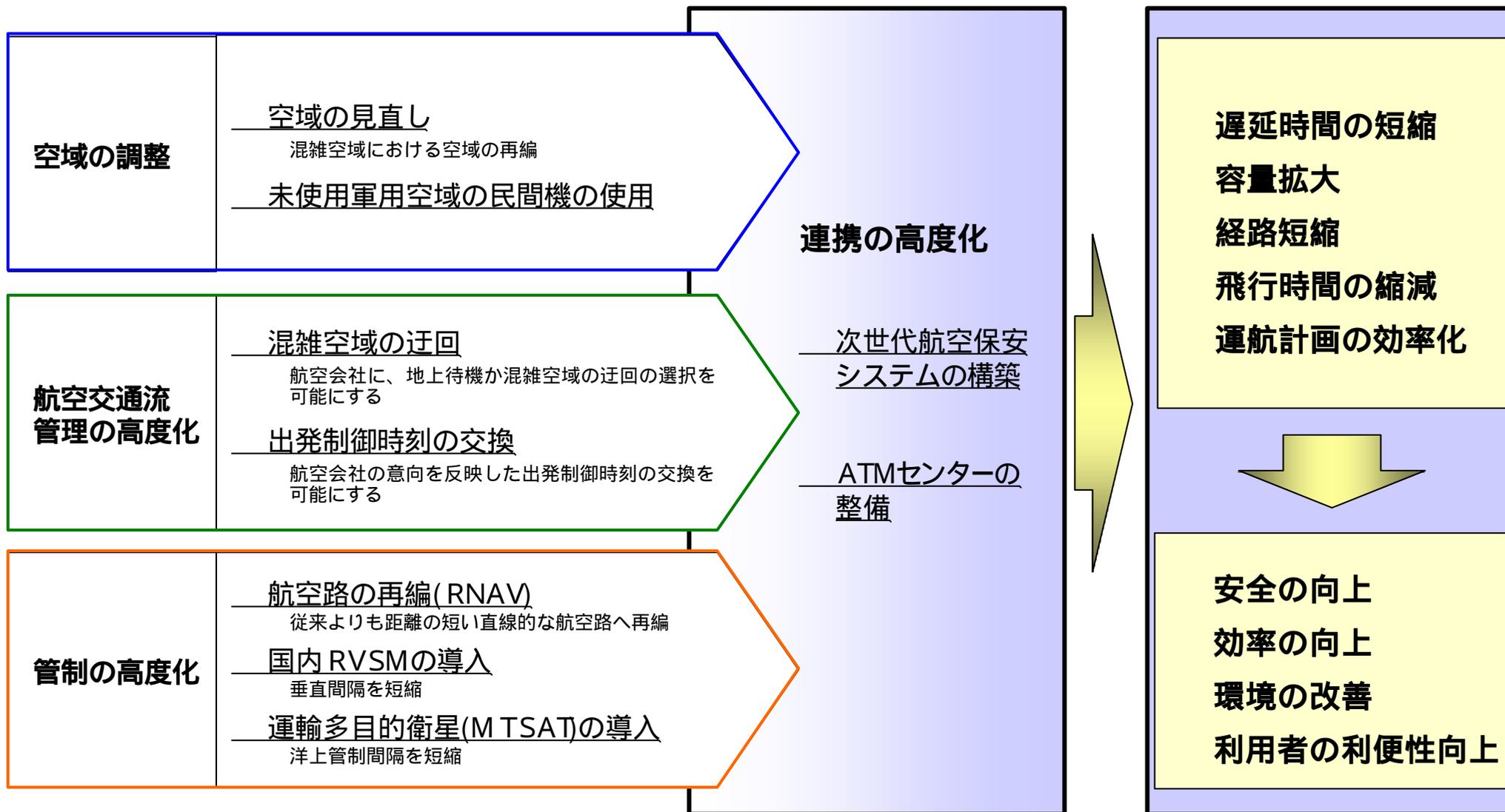
航空交通サービス(ATS :Air Traffic Service)

運航に必要な情報の収集と提供を行い、リアルタイムで航空管制をはじめとする航空交通サービスを提供。技術進歩を反映した情報システムの高度化等により、さらに迅速なサービス提供を実現することが課題。



2 . 航空交通管理の高度化

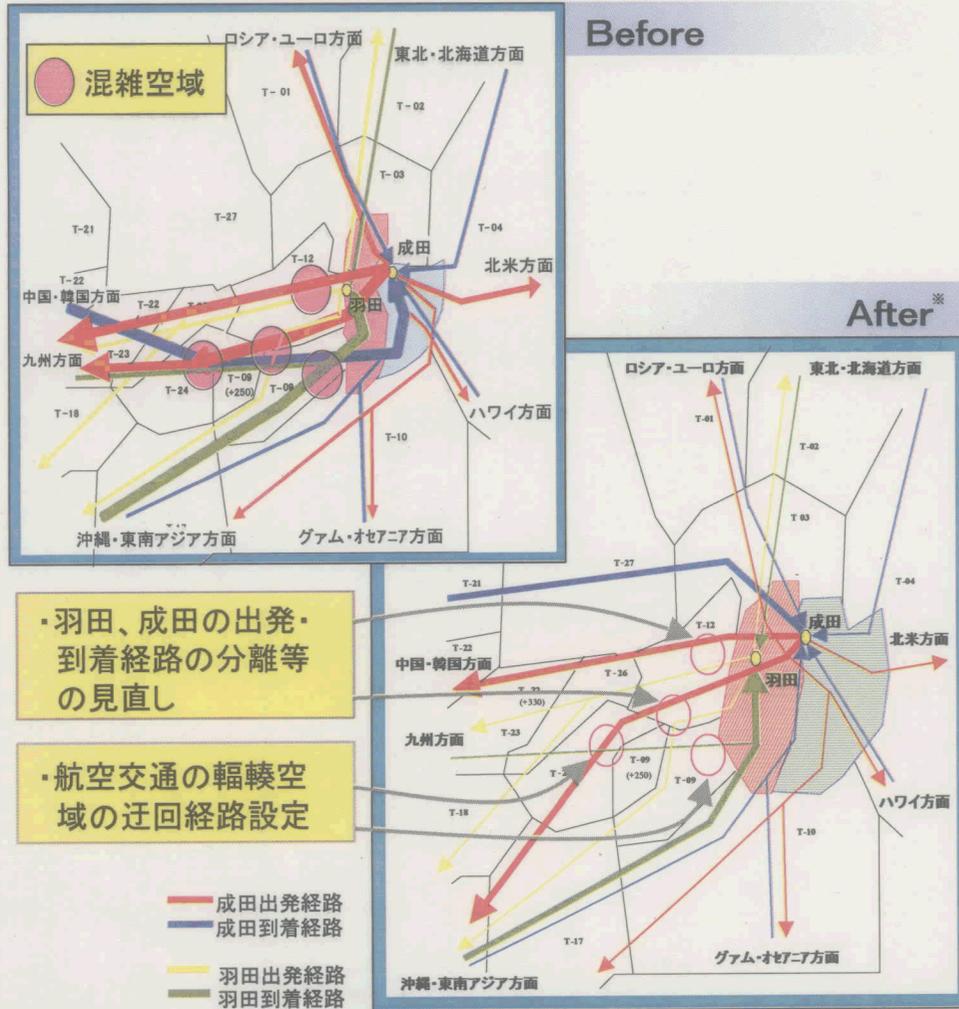
今後も増大する航空交通に対し、航空交通管理の高度化により、安全を確保しつつ、空の容量拡大を図ることが必要。



首都圏の空域①

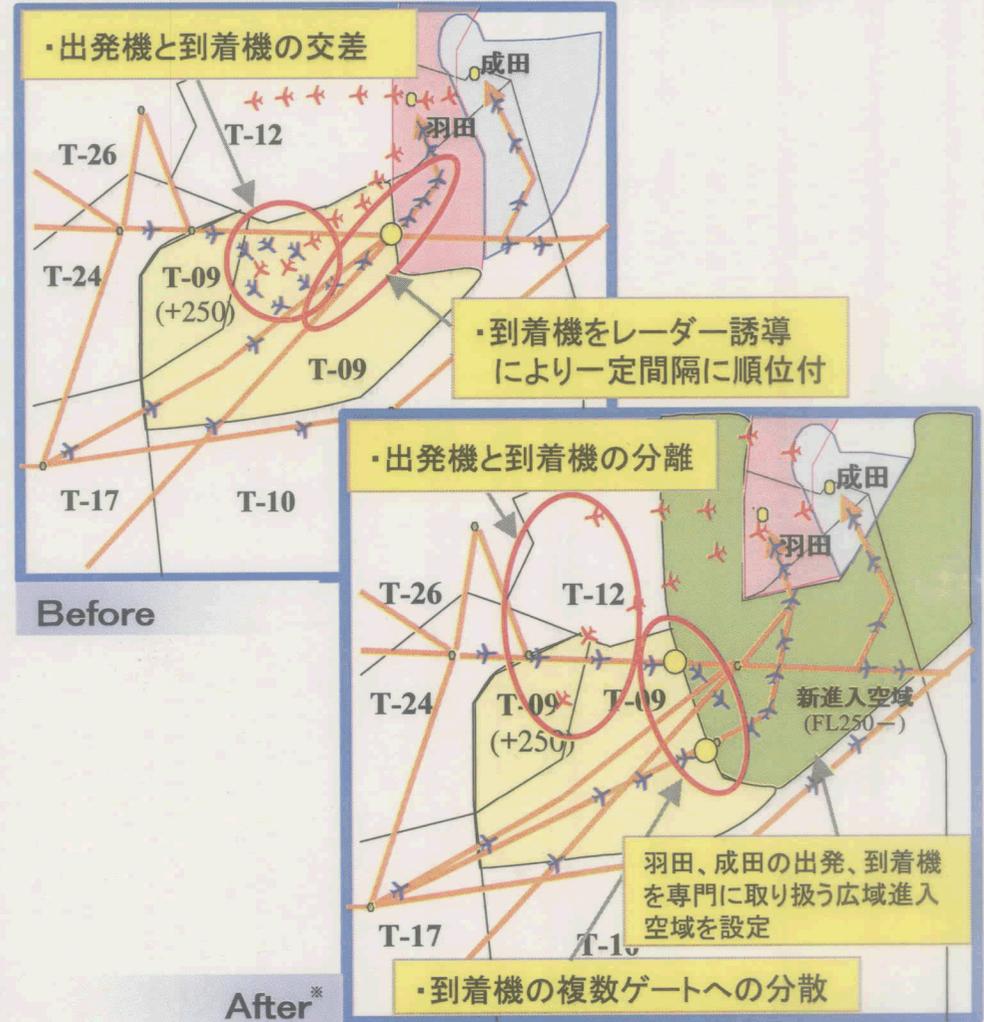
羽田・成田の出発・到着経路の見直しや空域の見直しにより、首都圏の空域における航空交通の混雑を緩和し、安全かつ効率的な運航を実現。

経路の見直し



図中の「T-12」等は、管制業務を分担する空域(セクター)の名称

空域の見直し



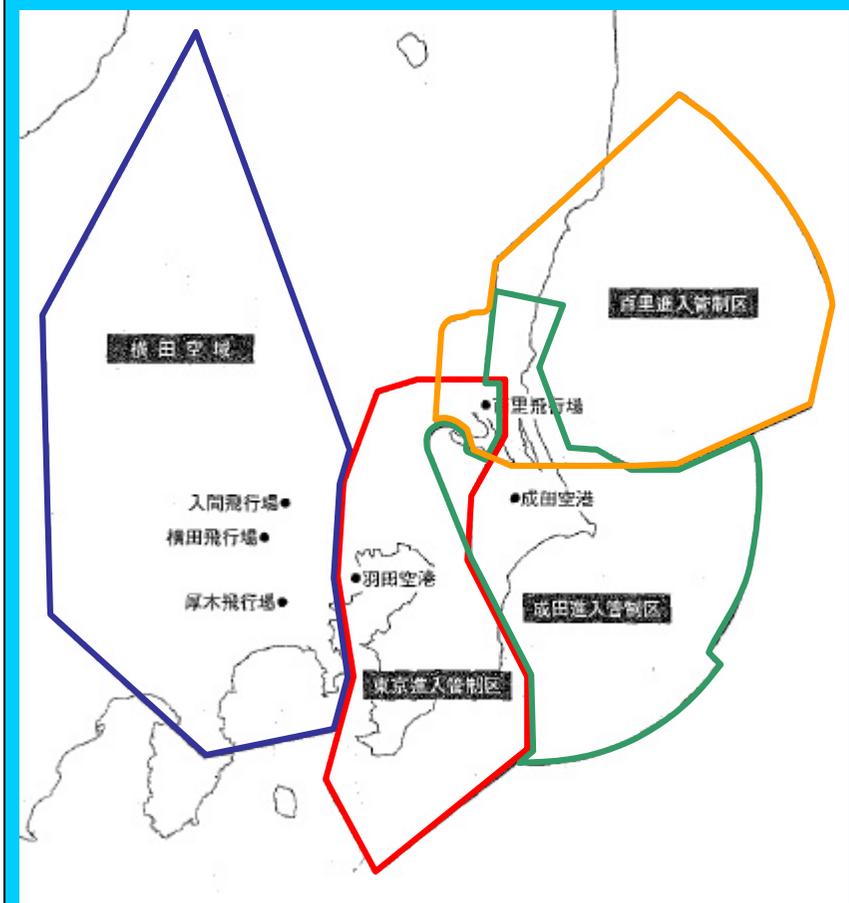
図中の「T-12」等は、管制業務を分担する空域(セクター)の名称

※ 今後の見直し案の一つとして、現在検討中

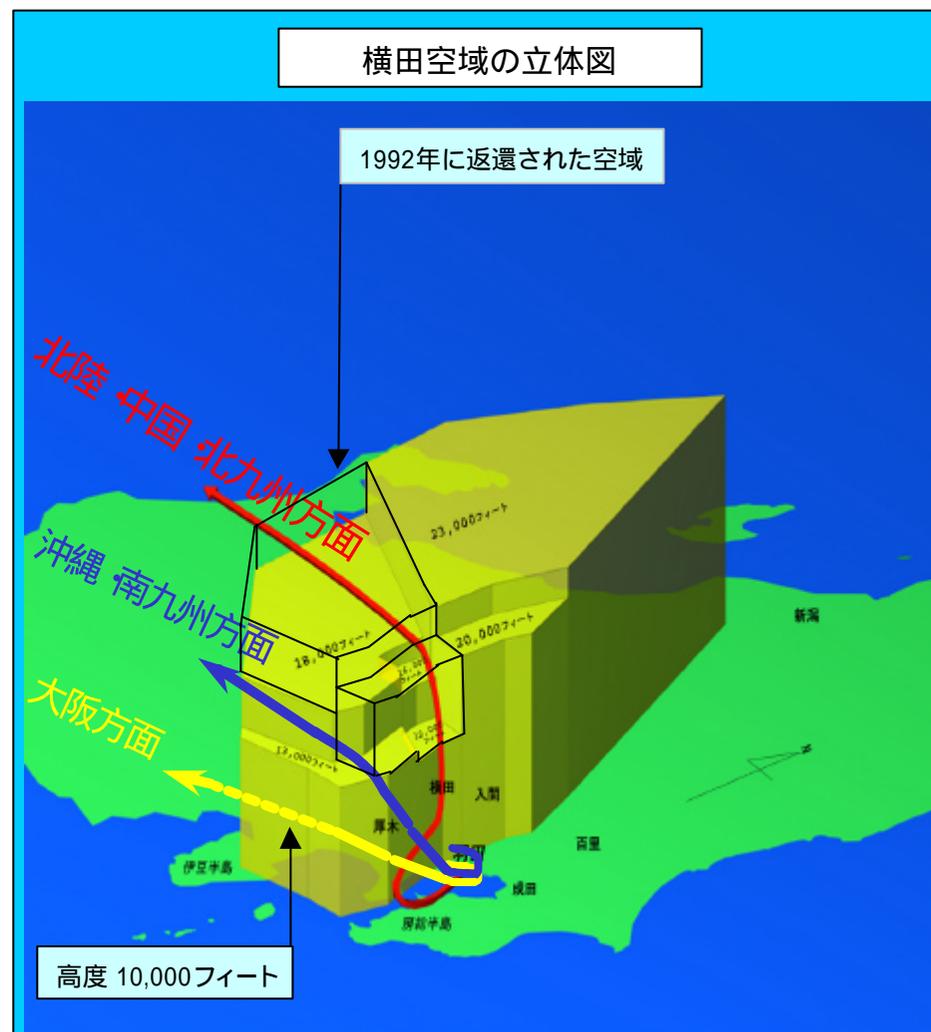
首都圏の空域

- 横田空域は、民間航空機の飛行禁止空域ではなく、米軍側と協議の上、飛行経路の設定等が行われる空域。現在でも、羽田発伊丹・関空行き等は、横田空域内を飛行。
- ただし、羽田発の中国・九州北部行き等は、東京湾上空で高度を稼いだ上、横田空域の上空の19,000ft(5,700m)を飛行せざるを得ず、円滑な処理に影響を与えている。

首都圏の空域



横田空域の立体図



沖縄の空域 (嘉手納ラプコン)

沖縄は、昭和47年施政権が日本に返還され、管制空域も日本に返還されるべきものであったが、当時の取り決めにより、日本側が管制業務実施可能となるまで、暫定的に米軍が管制業務を実施することとされた。

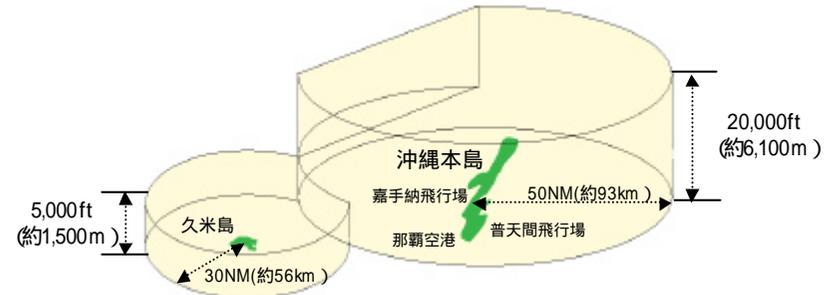
日本は、昭和58年以降、空域の返還を要求。

平成12年3月、コーエン前国防長官が河野外務大臣との会談において「米軍の運用所要を満たすことを条件に返還する。」旨の表明を受け、現在、米側と協議を行っているところ。

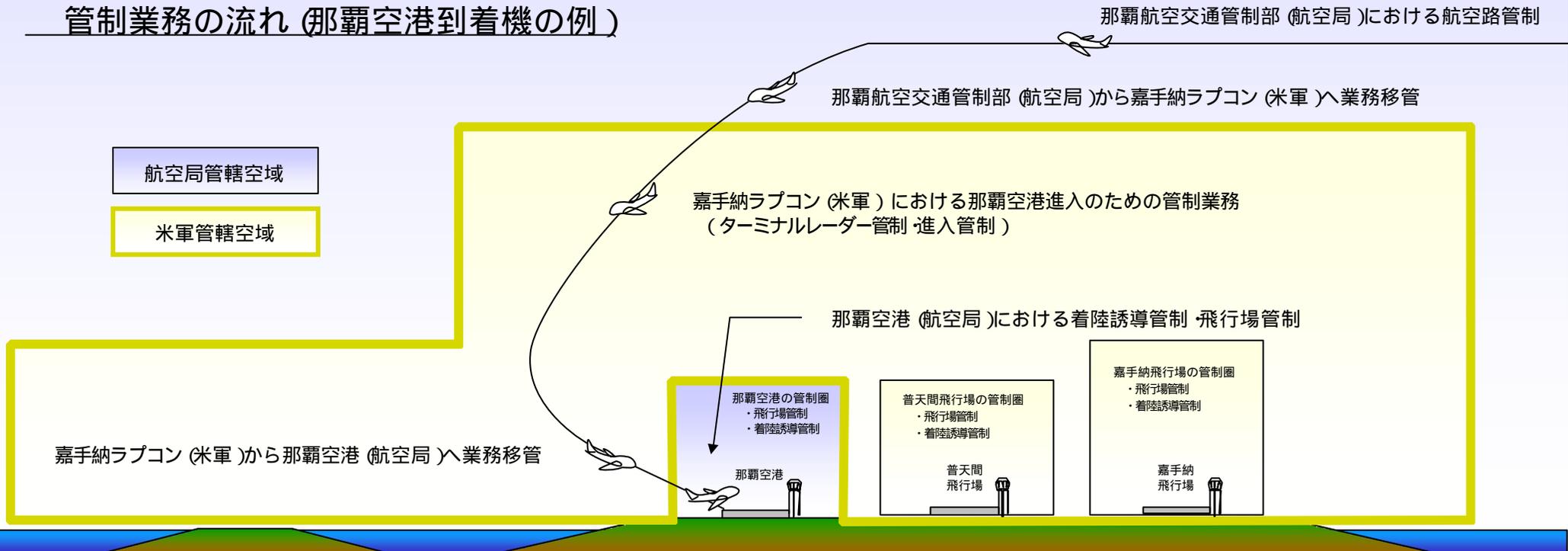
嘉手納ラプコン

沖縄周辺空域において、ターミナルレーダー管制、進入管制、着陸誘導管制の3業務を実施

ラプコン = RAPCON (Radar approach control の略：レーダー進入管制所の呼称)



管制業務の流れ (那覇空港到着機の例)



空域の柔軟な調整

防衛庁、米軍の訓練空域の未使用时间帯、高度帯の民間機の使用をさらに推進。



防衛庁訓練空域の現行の運用

- ・訓練空域内の経路は一部設定済
 (民間機が経路を飛行する場合は、訓練機の一時退避)
- ・各管制部毎の個別調整による利用



防衛庁訓練空域内での今後の運用

- ・未使用時に民間機が飛行できる調整経路の運用
- ・全空域の一元調整による未使用空域の利用

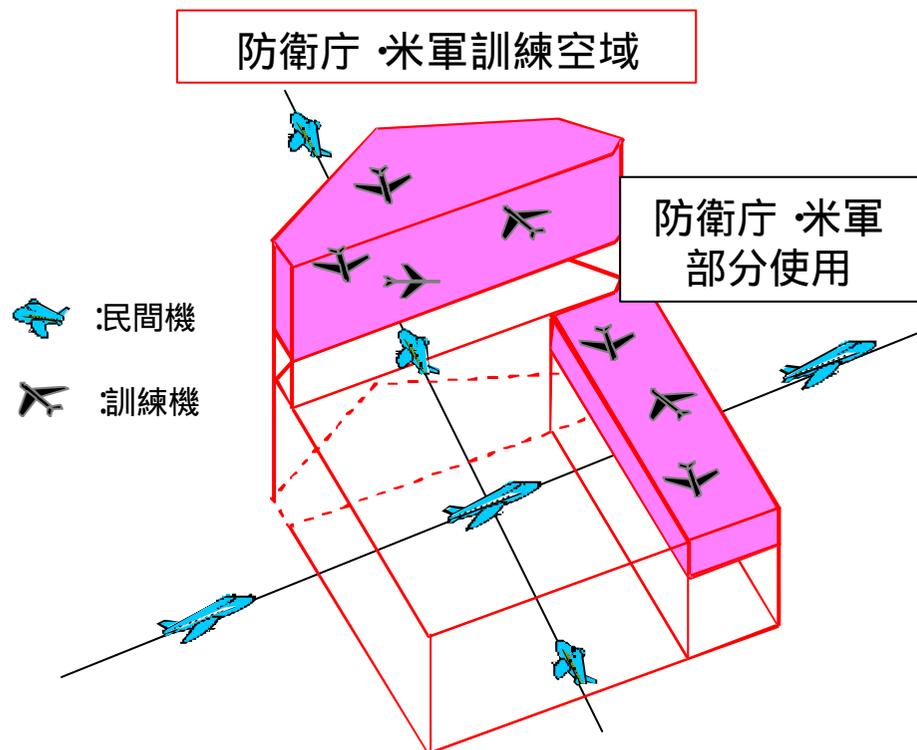


効果

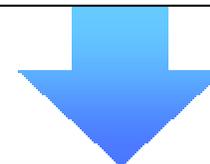
- ・空域の有効利用による処理容量の拡大
- ・燃費、飛行時間の縮減

訓練空域の民間利用だけでなく、訓練空域と民間空域の相互利用調整を可能に。

民間機による訓練空域の利用



軍・民の協調による民間交通量 / 防衛庁・米軍の訓練内容を考慮した効率的な空域の使用



効果

- ・空域拡大による処理容量の拡大
- ・経路短縮による運航効率向上
- ・訓練効率の向上

防衛庁による民間空域の利用

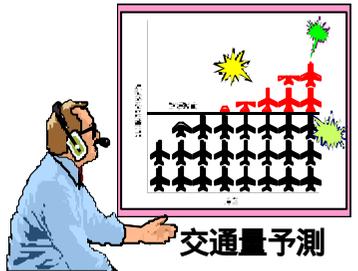
- ・臨時訓練空域の柔軟な設定
- ・空中給油機のための民間空域の提供

航空交通流管理による運航の安全 効率化

全国の交通状況を把握し、航空機の集中を予測して、航空交通流の制御を行い、航空機の安全と運航の効率化を図る。

航空交通流管理センター

目的空港や通過予定のセクターで混雑が予測される場合、予め混雑空域の迂回を調整したり、出発空港での地上待機を指示します。

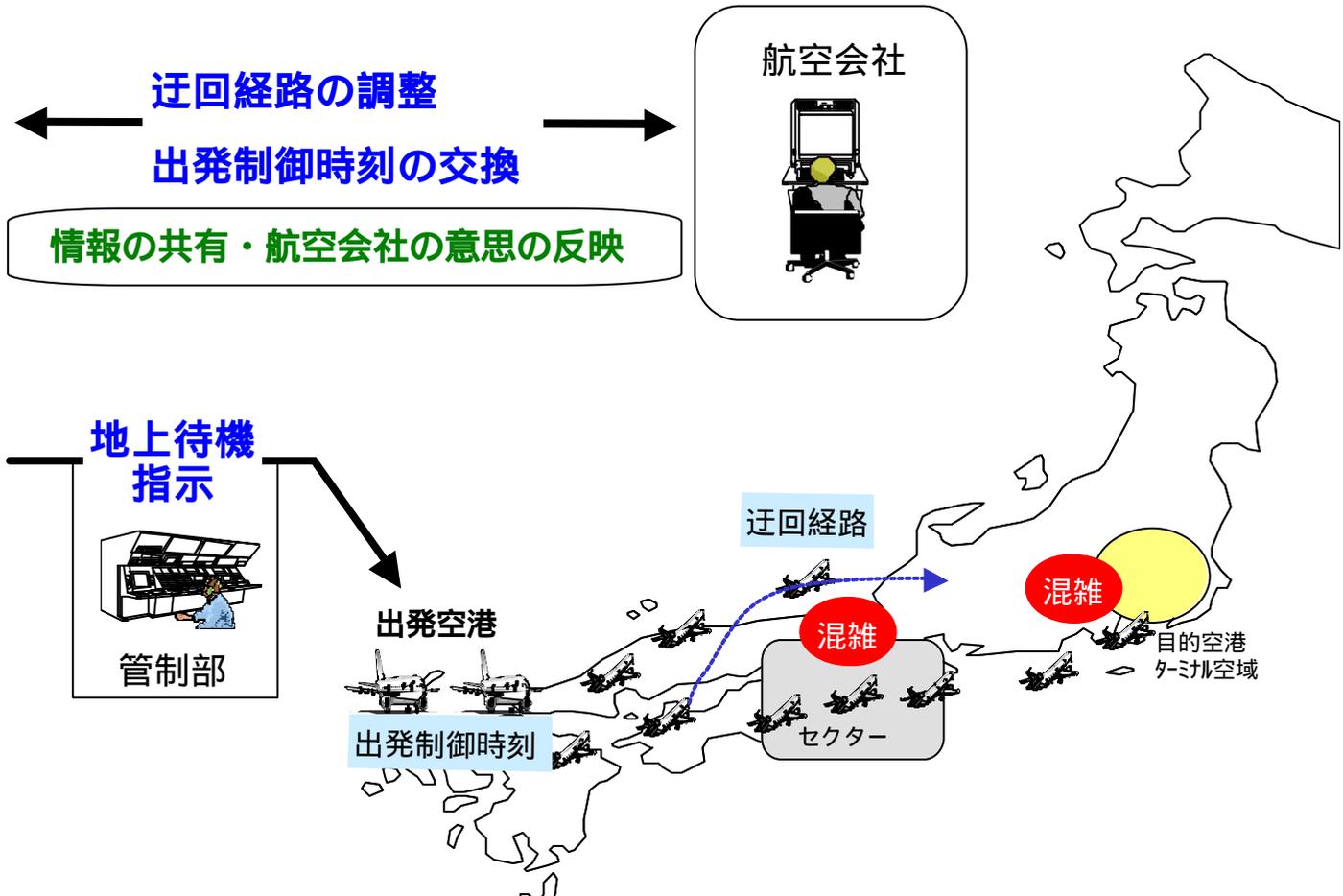


交通量予測

【参考】
羽田又は福岡空港を目的地とする航空機に対する交通流制御実績（2002年）

対象機数	出発地待機時間
9,274機	59,615分

空中待機時間（燃料消費）を抑制



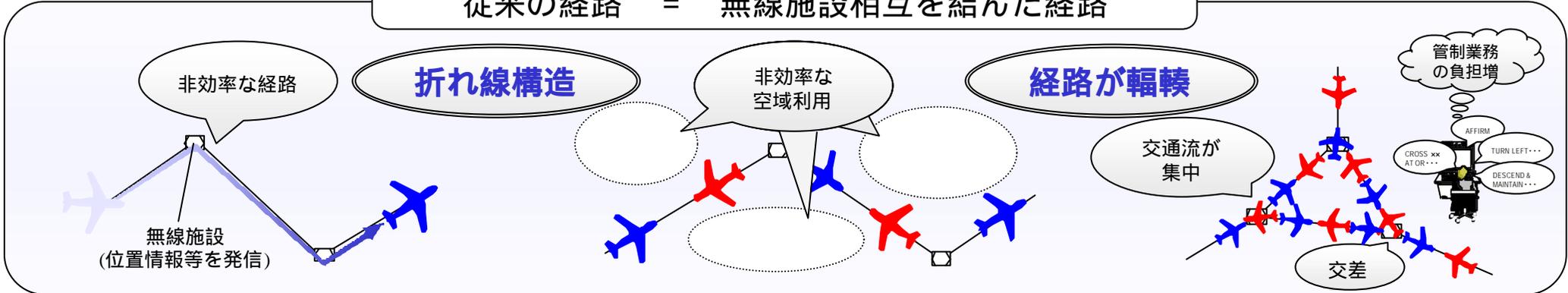
混雑予防による安全性の向上、燃料消費の節減による効率性の向上

航空交通流管理機能の高度化（平成17年度の航空交通管理（ATM）センターの運用に併せて実施予定。）

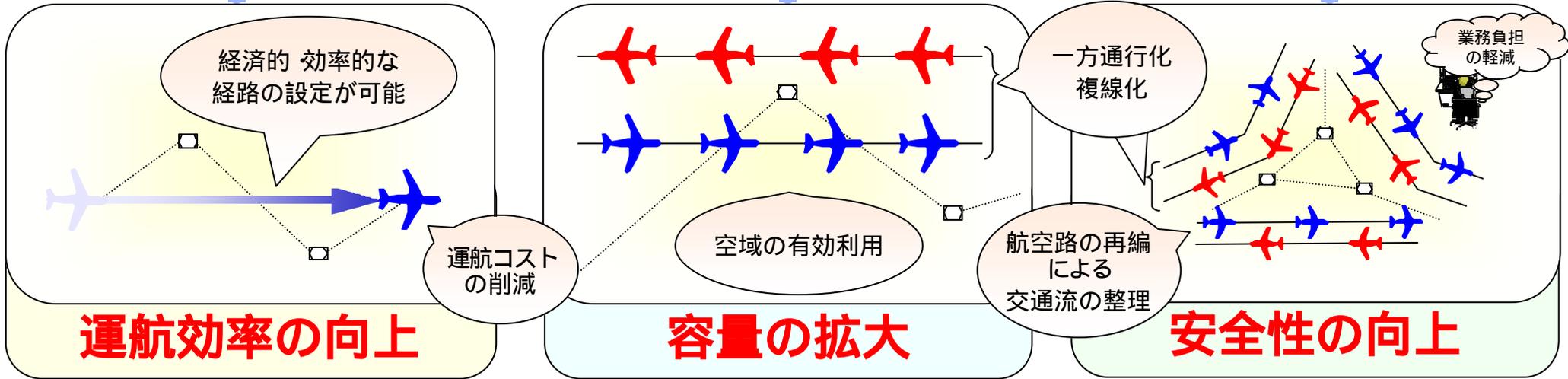
航空路の再編と運航の効率化

機上機器の性能向上等により航空路設定上の制約が緩和され、より効率的な航空路の設定が可能。

従来の経路 = 無線施設相互を結んだ経路

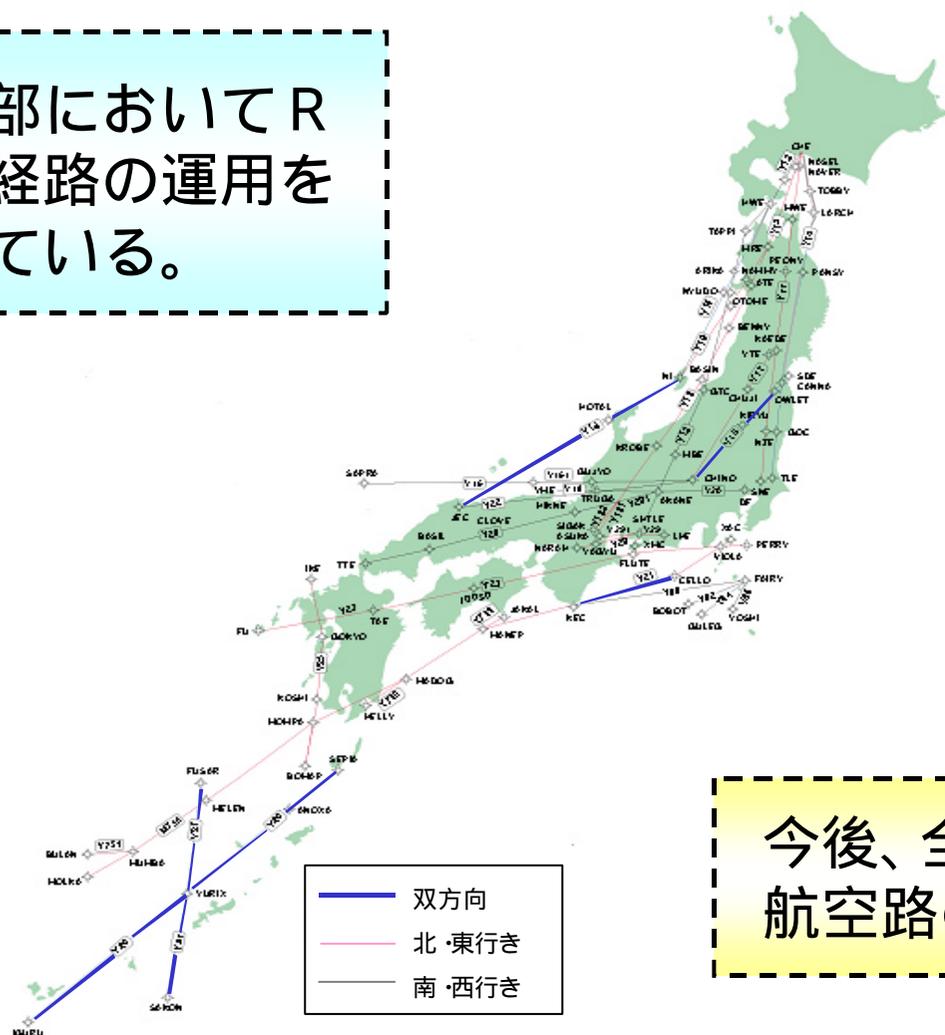


RNAV経路の活用 (RNAV = aRea NAVigation(広域航法))
 RNAV経路 = 無線施設や機上機器の利用により、**任意の経路**を飛行可能



(参考) 運用中のRNAV経路

既に一部においてRNAV経路の運用を開始している。

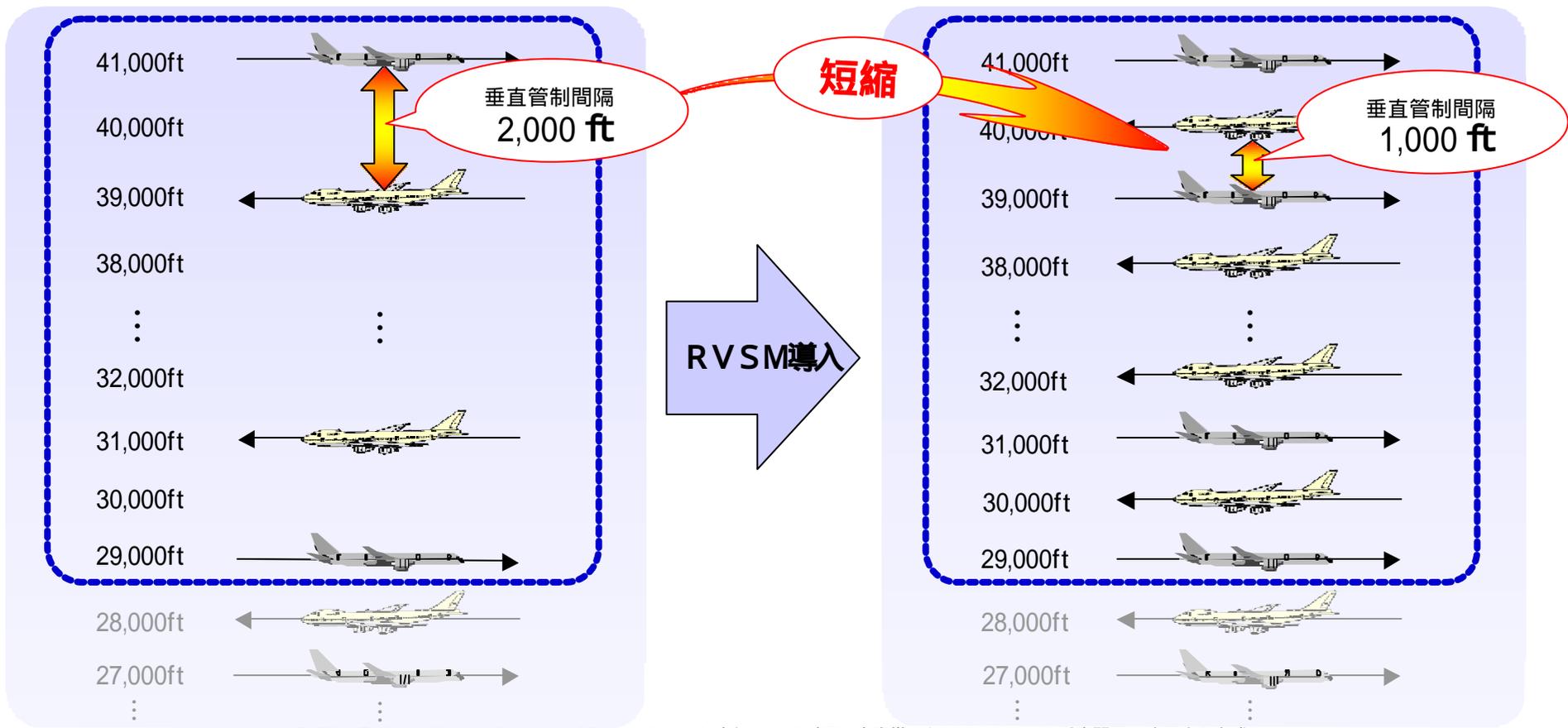


今後、全国的に導入し、航空路の再編を図る。

国内空域における短縮垂直間隔 (RVSM) の導入

29,000 ft以上41,000 ft以下の高度帯におけるIFR機の垂直管制間隔を **2,000 f** (約610m) **1,000 f** (約305m) に短縮

- 航空路の容量拡大 ... 当該高度帯における飛行可能高度が倍増
- 運航効率の向上 ... より経済的・効率的な高度の選択が可能
- 安全性の向上 ... 高度選択の幅が広がり、管制処理の柔軟性が向上



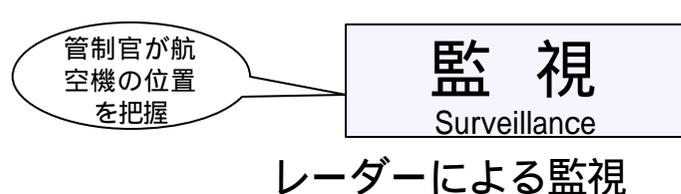
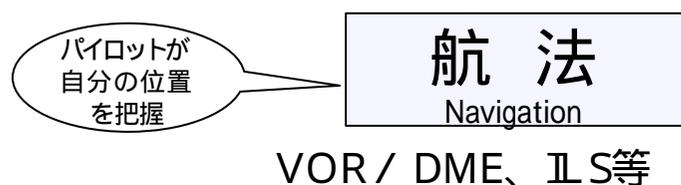
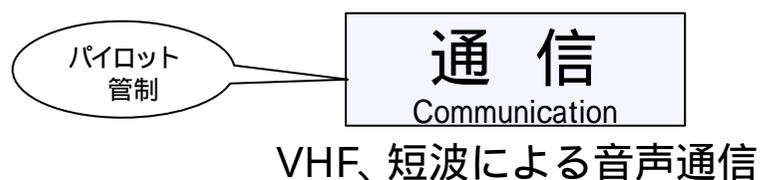
RVSM : Reduced Vertical Separation Minimum (29,000ft以上41,000ft以下の高度帯においても1,000 ftの垂直間隔を適用する方式)
 IFR : Instrument Flight Rules (計器飛行方式：管制官の指示を常時受けて行う飛行方式)
 1,000 ft : 305m

次世代航空保安システムへの移行

国際民間航空機関(ICAO)の新CNS / ATM* 構想に基づき次世代航空保安システムへ移行。
航空交通の増大及びユーザーニーズの多様化へ対応し、より安全で効率的な飛行を実現する。

* C :Communication (通信)、N Navigation (航法)、S Surveillance (監視)、ATM :Air Traffic Management (航空交通管理)

現行システム



移行

次世代システム



移行

移行

VOR (VHF Omni Directional Radio Range) = 超短波全方向式無線標識施設。VHFを使用した無線標識。

DME (Distance Measuring Equipment) = 距離情報提供装置。飛行中の航空機に特定地点からの距離情報を連続的に与える装置。

ILS (Instrument Landing System) = 計器着陸装置。着陸のため進入中の航空機に対し、指向性のある電波を放射し滑走路への進入コースを指示する無線着陸援助装置。

次世代航空保安システムの構築

衛星を活用した通信、航法、監視機能の強化により、将来の交通増大に対応し安全で効率的な運航を確保。

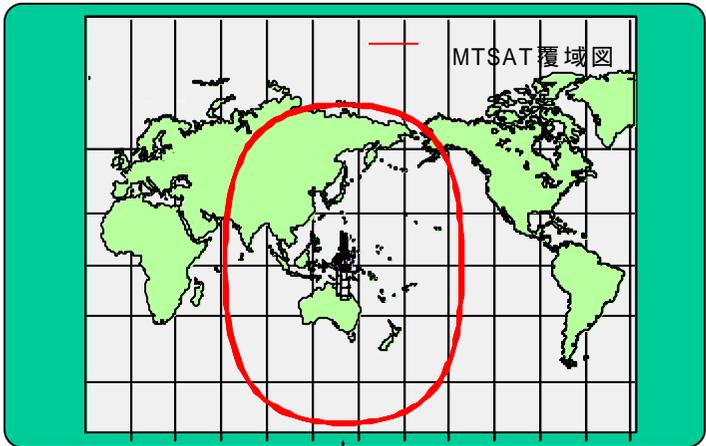
MTSAT:運輸多目的衛星

平成16年以降に新1号機、新2号機を打ち上げ予定

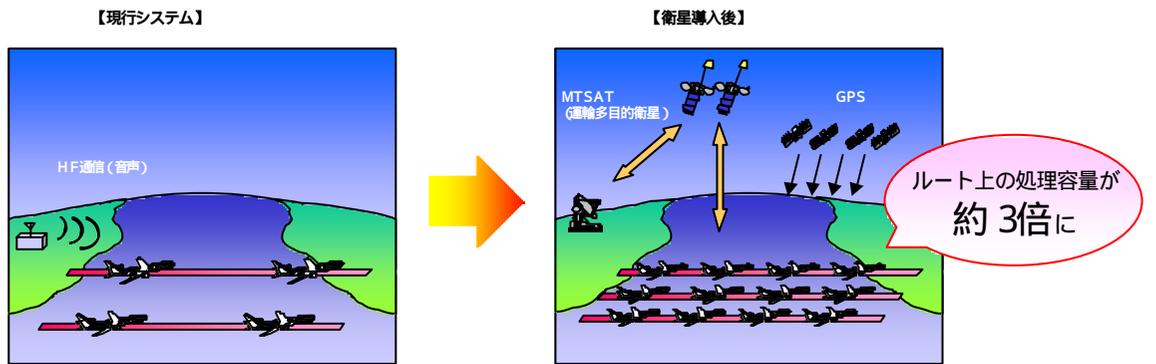
通信機能:衛星データリンクによる管制官とパイロットの直接通信

航法機能:衛星による全地球的航法

監視機能:自動的に航空機から伝送される位置情報により監視する機能



洋上管制間隔	導入前	導入後(2機体制以降)
縦間隔	80海里又は120海里 (約148km又は約222km)	30海里 (約56km)
横間隔	50海里 (約93km)	30海里 (約56km)



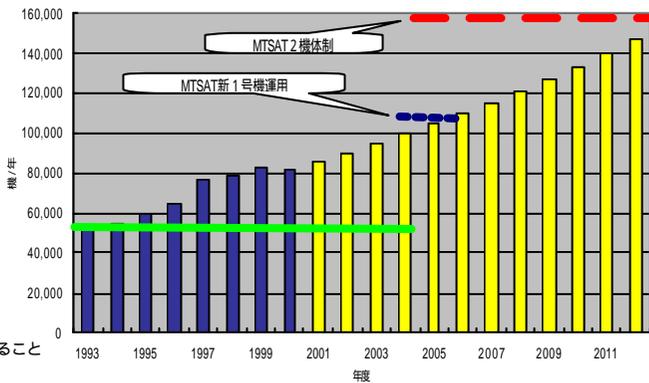
北太平洋ルートにおける航空交通量の予測と最適経路の航行を可能とする航空交通容量

■ 実績値 (青)

■ 需要予測 (黄)

最適経路の航行を可能とする容量

- 管制間隔 80海里又は120海里の場合 (緑)
- 管制間隔 50海里 (青)
- 管制間隔 30海里 (赤)

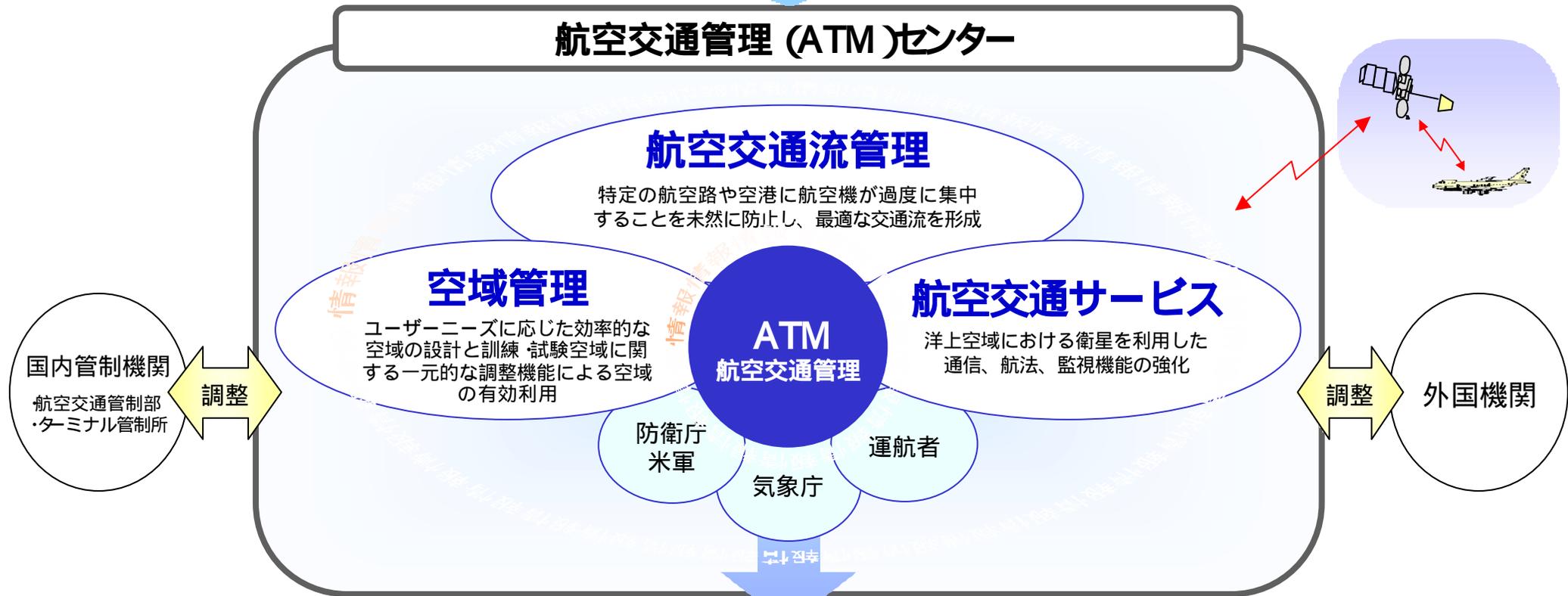


(注) 最適経路の航行:航空会社等の提出した飛行計画どおりの高度で飛行すること

航空交通管理 (ATM) センターの整備



個々の機能・情報を統合、一元管理



安全性の向上
空域の有効利用による容量の拡大

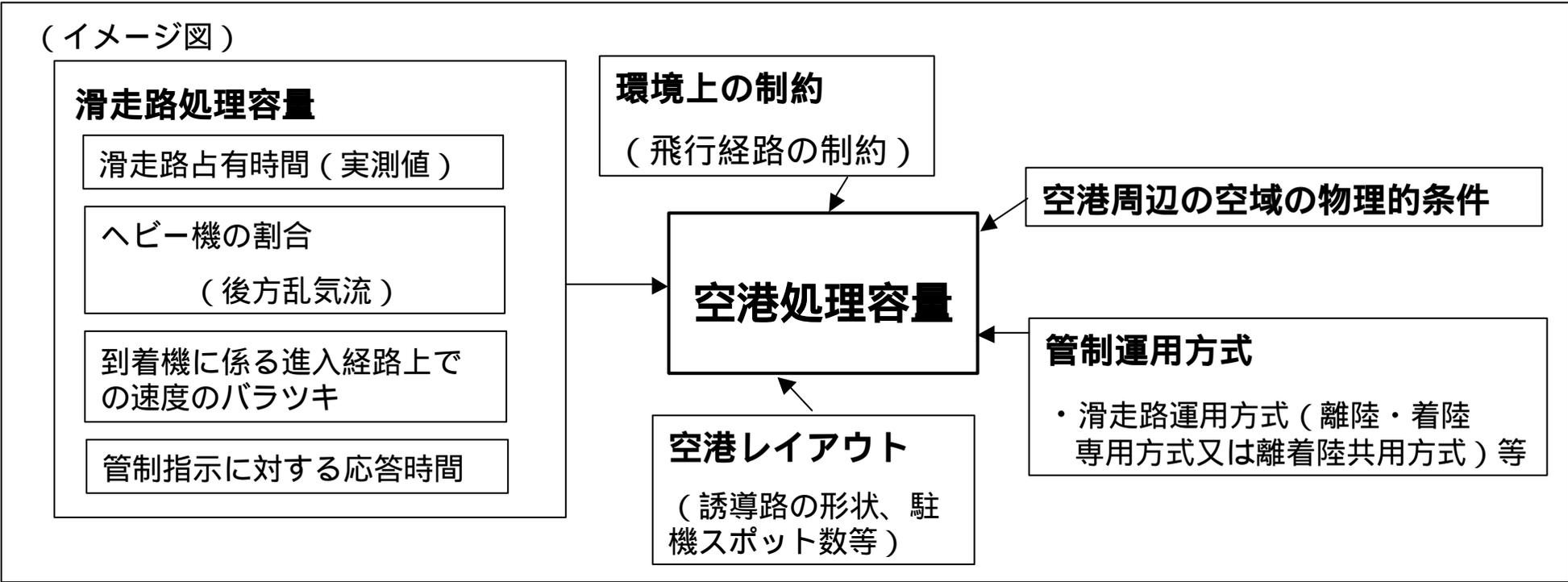
**情報の共有化により
円滑な調整、柔軟な運用が可能**

運航効率の向上
遅延の最小化

3 . 空港処理容量について

空港処理容量の決定要因について

空港の処理容量は、滑走路等の数だけではなく、周辺の空域や騒音による制約、大型機（ヘビー機）の割合等、様々な要因が影響している。



平成 13年 1月～12月の各空港の発着回数と乗降客数

国名	空港名	滑走路数	発着回数（千回）	乗降客数（千人）
日本	東京国際（羽田）	3	262.0	58,657
	新東京国際（成田）	2	128.7	22,933
	関西国際	1	121.9	18,501
イギリス	ロンドン	ヒースロー	3	457.6
		ガトウィック	2	244.1
ドイツ	フランクフルト	3	445.6	47,517

国名	空港名	滑走路数	発着回数（千回）	乗降客数（千人）
フランス	パリ	シャルルドゴール	4	515.1
		オルリー	3	215.6
アメリカ	ニューヨーク	JFK	4	283.5
		ラガーディア	2	354.5
	ロサンゼルス	4	707.3	
	シカゴ	6	875.1	
ダラス	フォートワース	6	770.6	55,151

(注) 1. ICAO Airport Traffic 2001より作成。発着回数は、商業運航乗客、貨物または郵便の輸送に課金する運航の回数。
2. 滑走路数は、エアポートハンドブック2003より作成。

大型機の割合について

日本の空港は、海外に比べ、大型機（ヘビー機）の割合が高いため、広い間隔が必要。

ヘビー機の比率

成田	羽田	関西	ガトウィック	ヒースロー
98% (2001年)	64% (2001年)	66% (2001年)	20% (2001年)*注	30% (2001年)*注

(注) BAA(British Airport Authority)調査による。

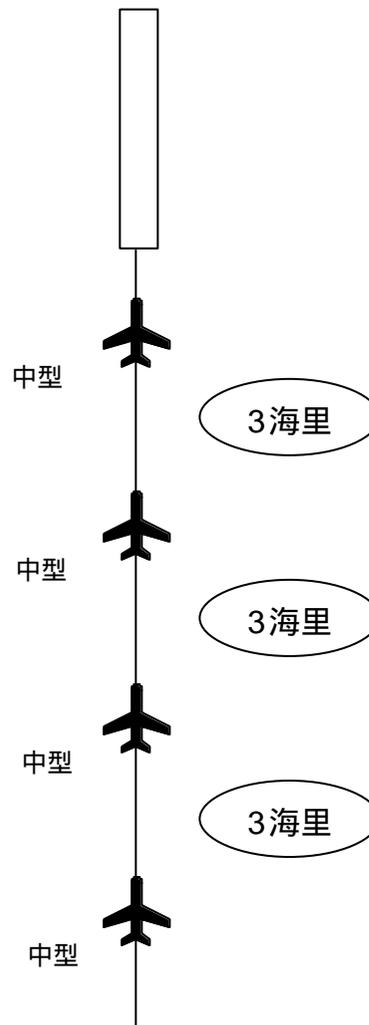
後方乱気流回避のための離着陸機の航空間隔

先行機	後続機	距離 (海里)
ヘビー	ヘビー	4
	ミディアム	5
	ライト	6
ミディアム	ヘビー	3
	ミディアム	3
	ライト	5
ライト	ヘビー	3
	ミディアム	3
	ライト	3

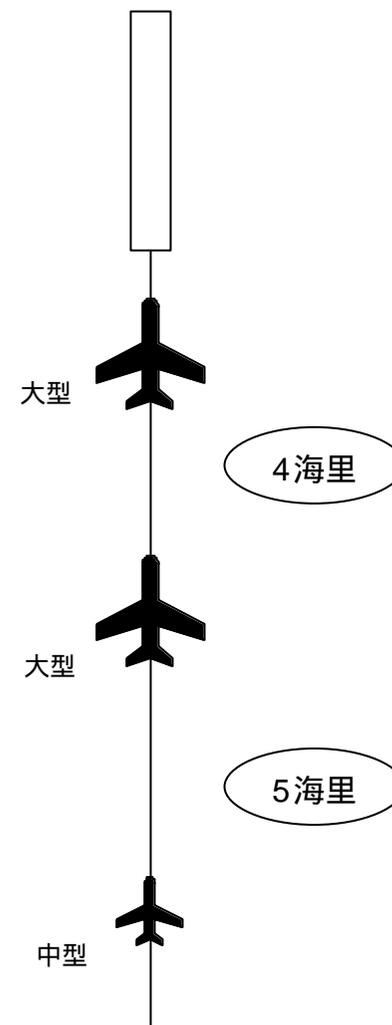
(注) 我が国の規定、ICAO規定とも同じレーダーを使用した場合の間隔

- ヘビー機 : 最大離陸重量が30万ポンド(136トン)以上の航空機 (B747,B777等)
- ミディアム機 : 最大離陸重量が15,500ポンド(7トン)以上30万ポンド未満の航空機 (B737,A320,CRJ等)
- ライト機 : 最大離陸重量が15,500ポンド未満の航空機 (C172 (セスナ) 等)

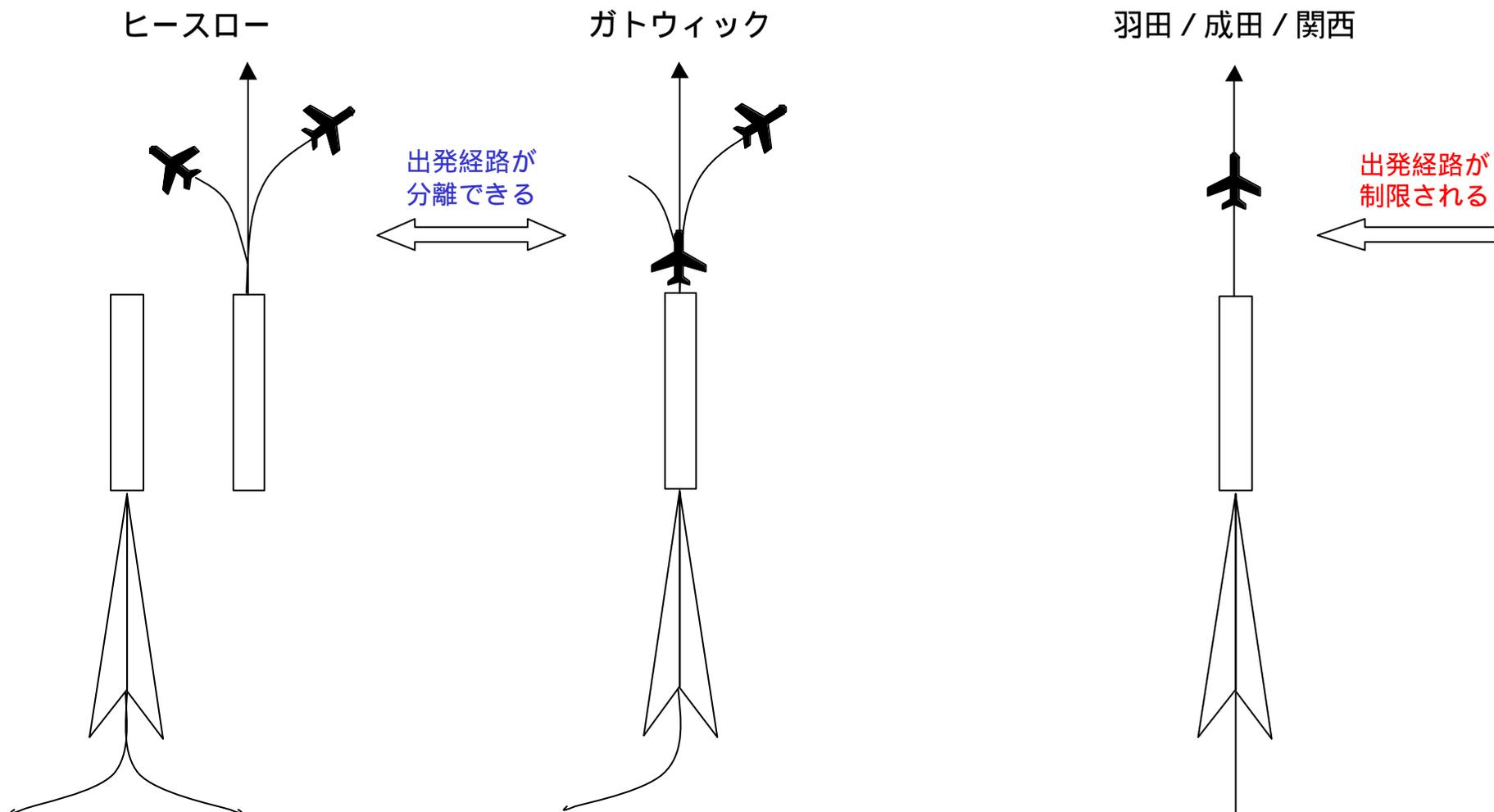
ヒースロー / ガトウィック
(中型機の場合のイメージ図)



羽田 / 成田 / 関西
(大型機と中型機の場合のイメージ図)

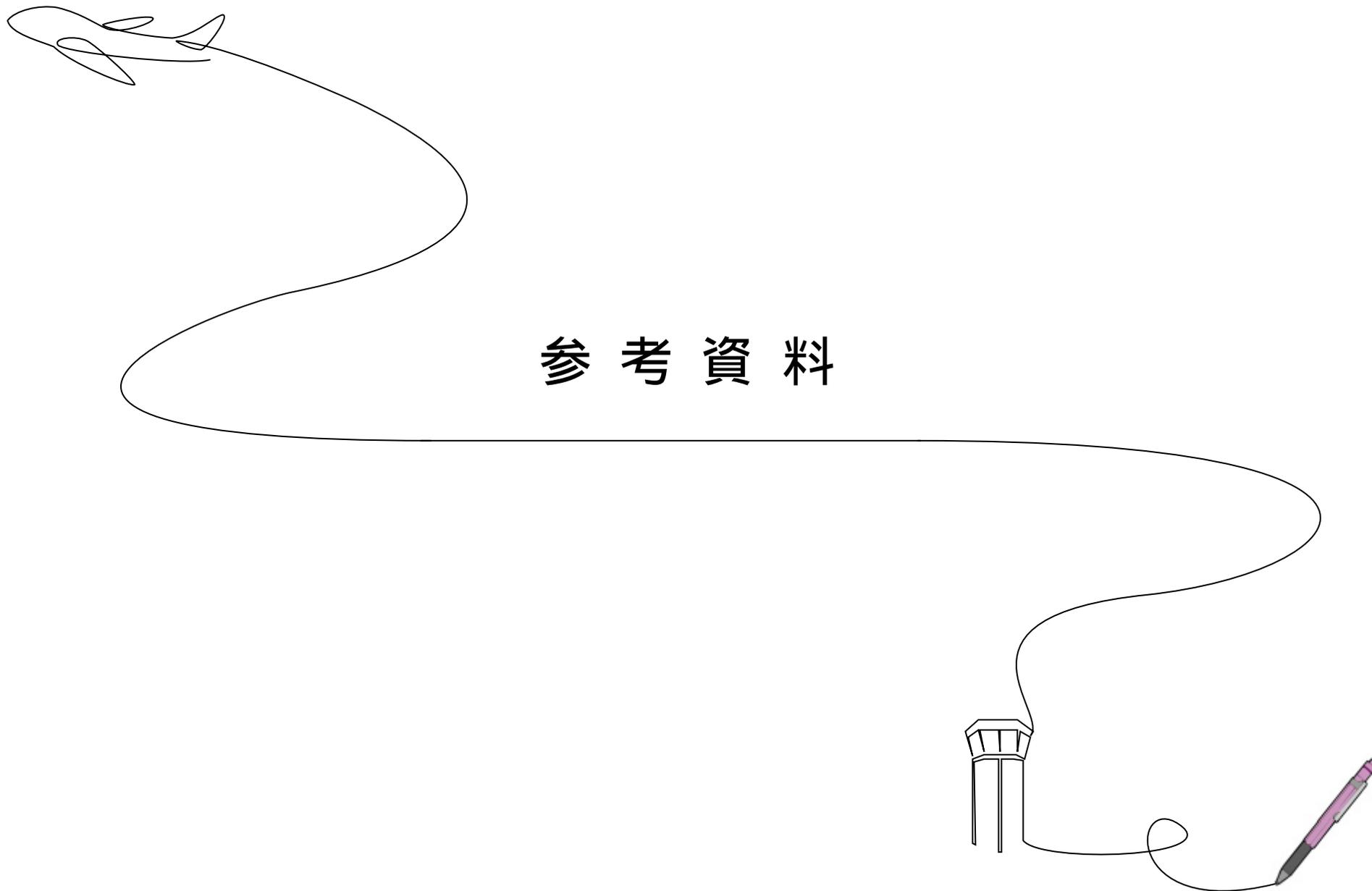


羽田空港等では環境対策、空域上の制約から出発経路などを制約せざるを得ない。



(注) 飛行経路はイメージ図。

參考資料



航空機の飛行 (IFRとVFR)

大空の飛び方

航空機は風に向かって離着陸



計器飛行方式 (IFR)

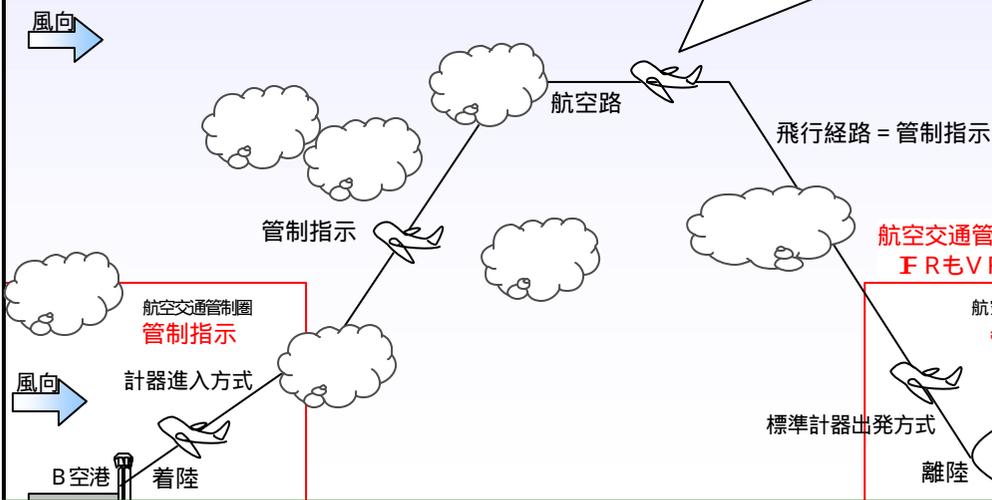
計器飛行方式 (IFR :Instrument Flight Rules)

… 公示された経路または管制官の指示による経路により、管制官が与える指示に常時従って行う飛行の方式

好天時はもちろん、操縦席から外が全く見えない状態でも、IFRで飛行する他の航空機や山などの障害物との衝突を避けながら安全に飛行することが可能。

【計器飛行方式による飛行の例】
A空港 B空港

管制官の指示に常時従って飛行



有視界飛行方式 (VFR)

有視界飛行方式 (VFR :Visual Flight Rules)

… 計器飛行方式以外の飛行の方式

パイロットの目視に頼って飛行するため、十分な視界が常に確保されるような気象状態が必要。

【有視界飛行方式による飛行の例】
A空港 C空港

パイロットの目視により飛行



空港の質的充実 (ILSの高カテゴリー化等)

ILS(計器着陸システム)の高カテゴリー化、管制空港化等により 航空機の上空待機やダイバート(目的地の変更)、進入復行が減少し、飛行時間が短縮、航空機からの排出ガスが軽減。

