

# 航空交通システムのイノベーションによる国際戦略

令和元年11月27日(水)

東京工業大学 副学長(産官学連携)  
環境・社会理工学院 教授  
屋井鉄雄

# 概要

1. 我が国の国際航空を取り巻く将来の環境
2. 国際および地域ゲートウェイの展開
3. 航空交通システム分野のイノベーション
4. チャレンジが期待される技術的な課題例

# **1. 我が国の国際航空交通を取り 巻く将来の環境**

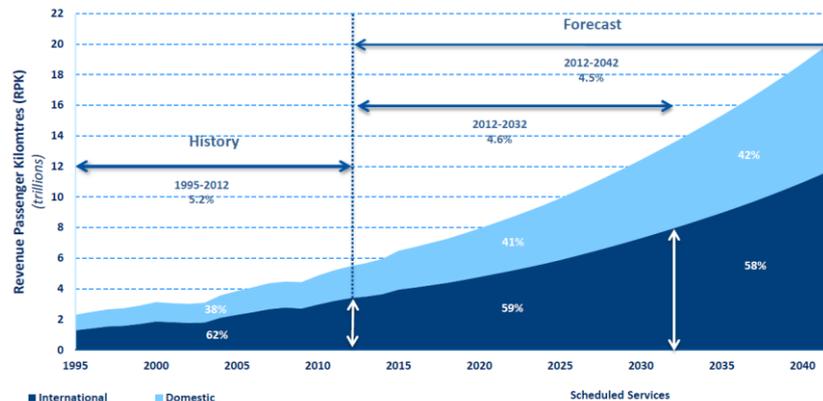
# 航空需要と航空機材の将来

- 2032年の世界の航空需要(旅客, 貨物)は2012年の2倍以上に, 2042年には3.5倍(ICAQ)
- 北アジアと中央南西アジアとの将来需要は大幅に増加(同地域内の伸びと同等)年率8.4%(2012-2032), 7.7%(2012-2042まで)
- 今後の機材はナローボディ中心だが, 世界では需要増に合わせて大型機も増すと予想(JADC)

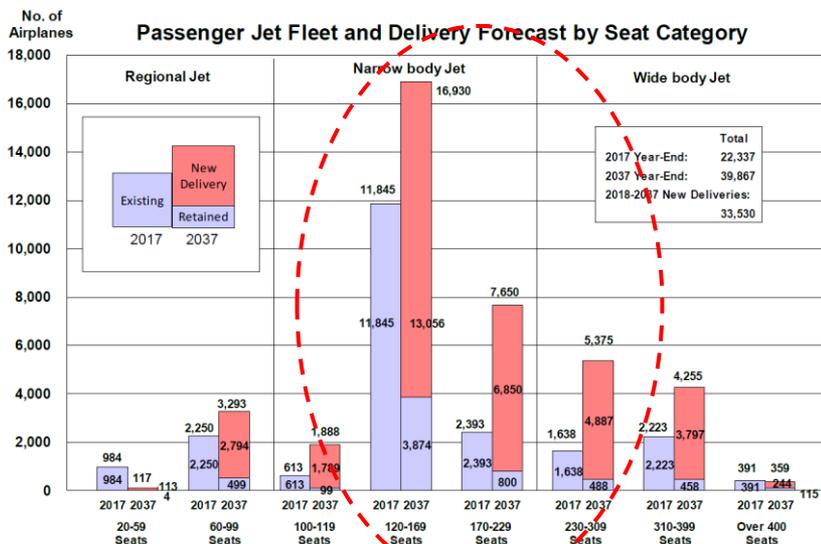


ICAO ECONOMIC DEVELOPMENT

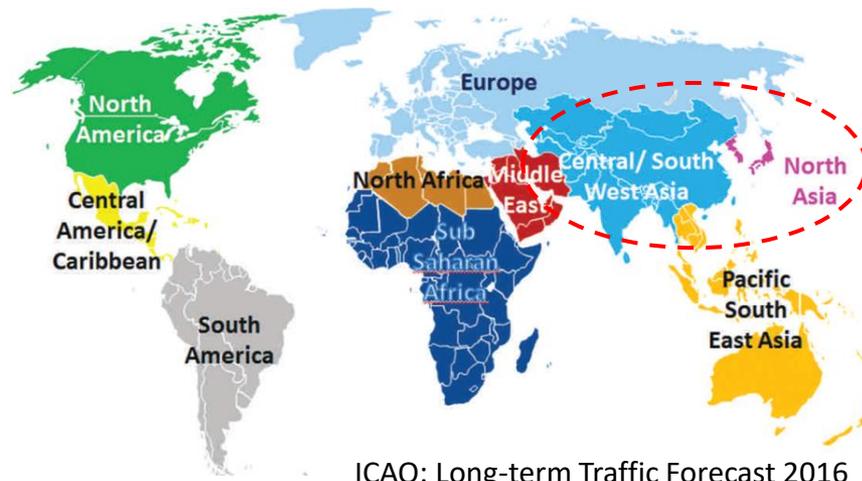
Global Passenger Traffic Forecasts



ICAO Long-term Traffic Forecast 2016



JADC: World Market Forecast 2018-2037



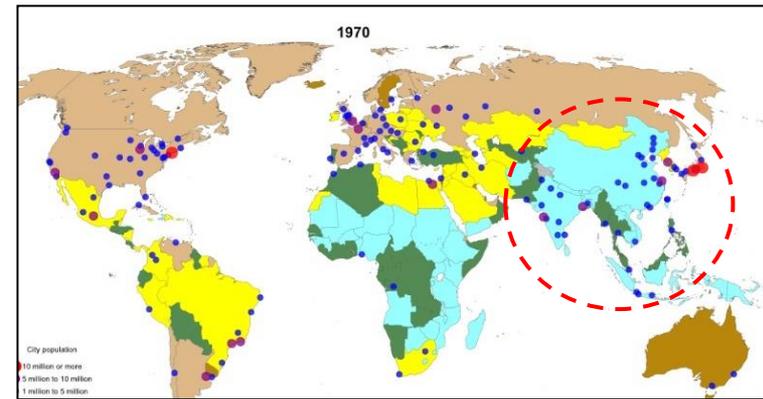
ICAO: Long-term Traffic Forecast 2016

# 世界の都市の成長

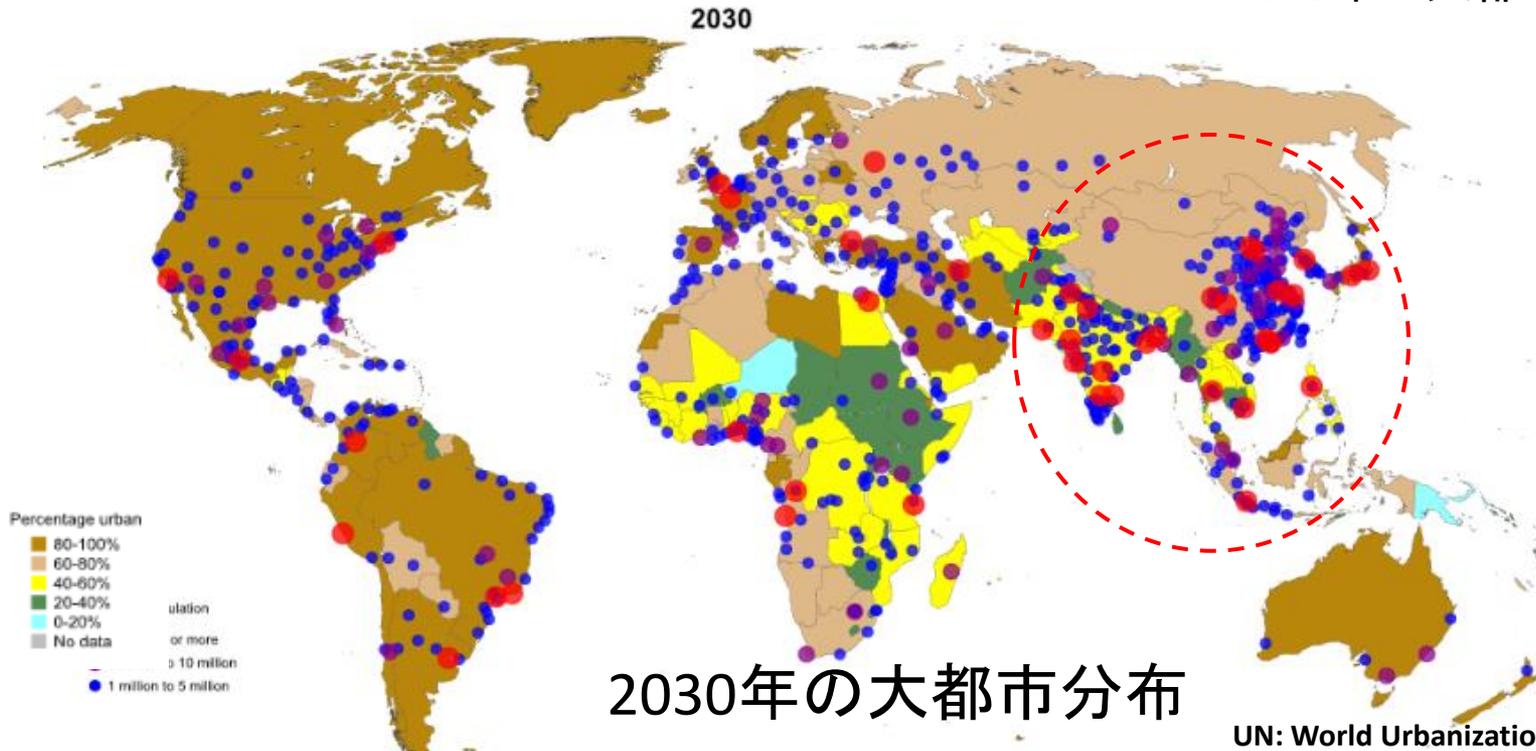
## 人口100-500万の中規模大都市の動向

○100-500万都市の人口総計は、世界のメガシティ人口の総計よりも有意に多い。

○今後も100-500万クラスの都市が増加する。



1970年の大都市分布



2030年の大都市分布

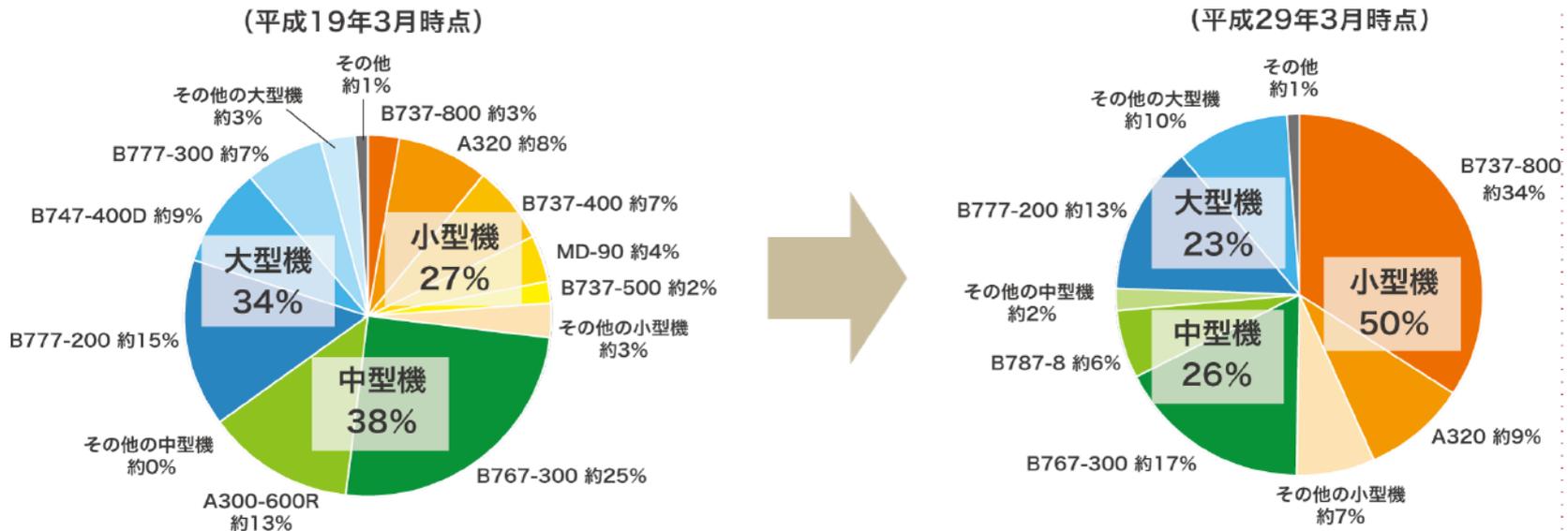
UN: World Urbanization Prospects 2018

⇒世界の100-500万都市を直接結ぶpoint-to-point路線のニーズ拡大が予想される

# 羽田空港における機材の変化

今後は低騒音機材の利用がさらに進む、その先の未来には電動旅客機も飛ぶだろう

## 機材構成の小型化、低騒音機の導入拡大



- ・機材の小型化
- ・B747-400（ジャンボ、4発機）の国内線退役
- ・B737-800（小型機）の急速な普及
- ・B787の急速な普及 など

※上記の割合には派生機を含みます

(例) 767-300ERは767-300の派生機、737-400は737-800と別機種として集計

国土省航空局：羽田空港のこれから ver2.0

⇒航空機の小型化の進展は、環境面と共に、空港・航空路運用面でも有利

## **2. 国際および地域ゲートウェイの展開**

# 羽田空港の機能強化に関する説明会 などの取り組み状況

オープンハウス型説明会の開催：223回

第1フェーズ：48回（平成27年7月～平成27年9月）

第2フェーズ：47回（平成27年12月～平成28年1月）

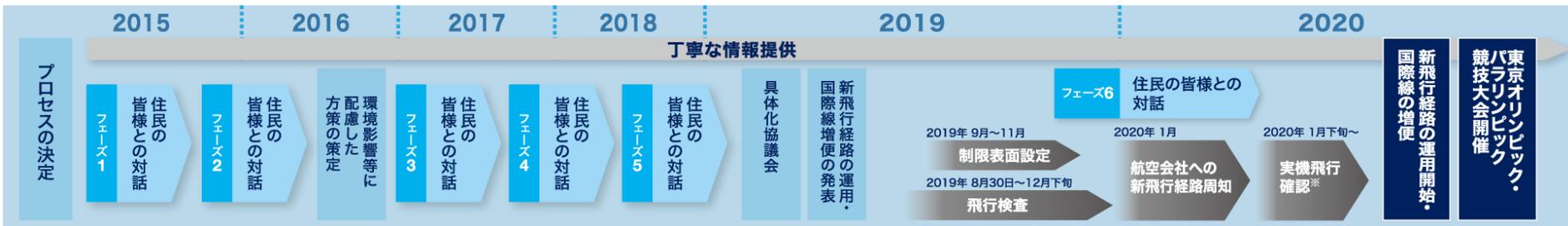
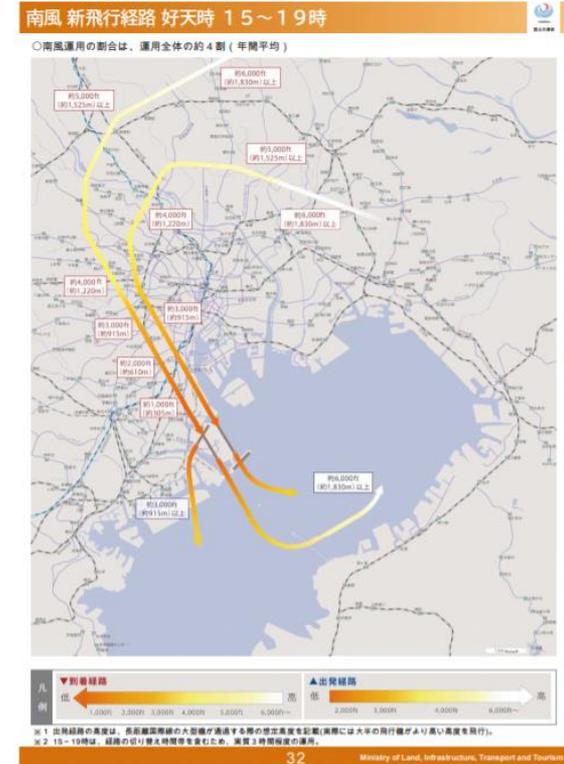
第3フェーズ：16回（平成29年1月～平成29年5月）

第4フェーズ：16回（平成29年11月～平成30年2月）

第5フェーズ：36回（平成30年12月～平成31年2月）

第6フェーズ：60回（令和元年11月～令和2年1月）

地域説明会の開催：160回（2019年6月末）



# 羽田空港機能強化のプロセス

新飛行経路の運用開始・国際線増便を発表しました。  
また今後、運用開始に向け必要な各プロセスがあります。

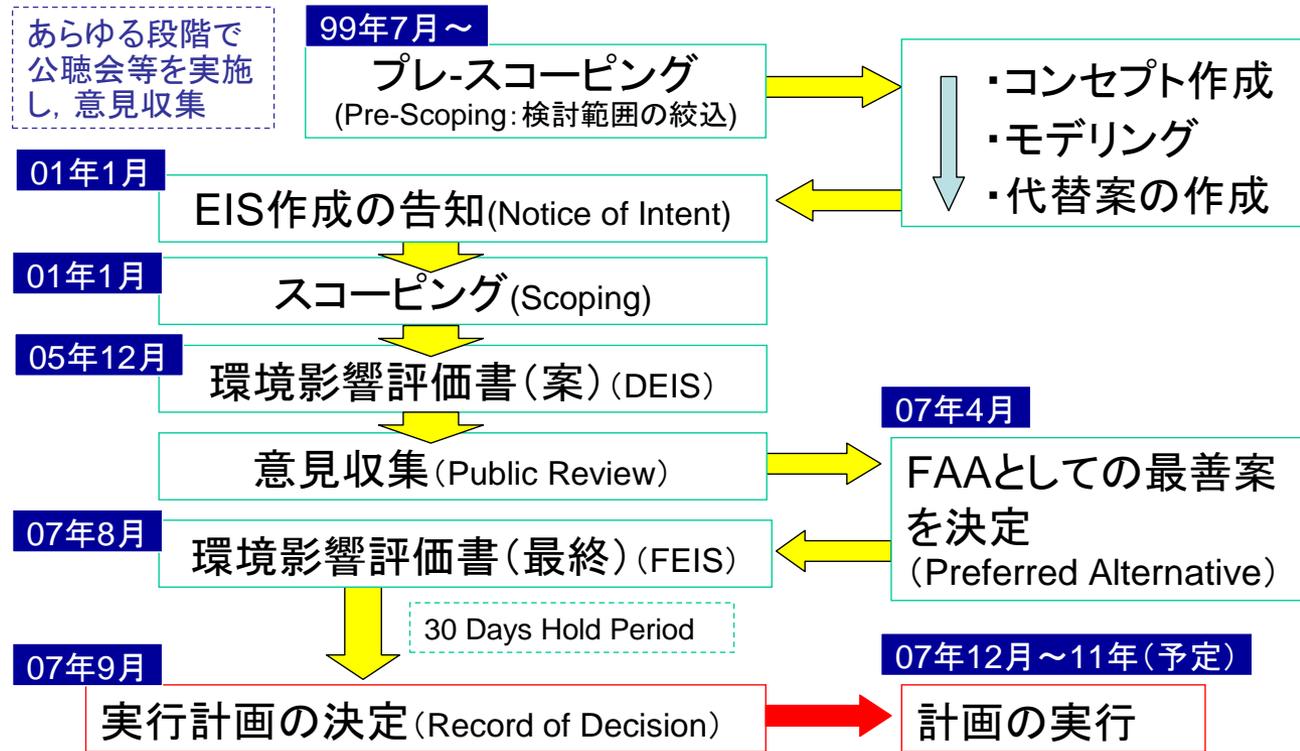


# NY空域再編の計画プロセスと計画決定

- ・NEPAプロセスに則り、約9年間に及ぶ計画
- ・広域エリアを対象に120回を超えるPublic Meetingを開催
- ・騒音軽減策を講じながら、最終的に国として空域再編計画を決定
- ・最終計画案決定後に、特に騒音が悪化する地域から数多くの訴訟が起き、現在も係争中(2008年頃当時)

## NEPAプロセス(国家環境政策法)

## 空域再編プロセス





# 地方の状況：那覇、青森の旅客推移

国内線の需要の伸びも堅調，那覇の国際線は31万(2008)が353万(2017)に！

- 那覇空港の旅客数： 1517万人(2008)  
⇔ 将来予測値(2008年頃)：1850万人(2020)  
2138万人(2018)  
(国内線：1485万(2008)⇒1743万(2017))
- 青森空港の旅客数： 116万人(2008)  
⇔ 新幹線新青森開業2010.12  
82万人(2011)  
119万人(2018)  
(国内線：80万(2011)⇒110万(2018))

国土交通省航空局：空港管理状況調書より

⇒国内線も10年前の予想以上に健闘！  
将来航空市場等の予測モデリングの技術開発も望まれる。

# 近隣国における旅行先の変化

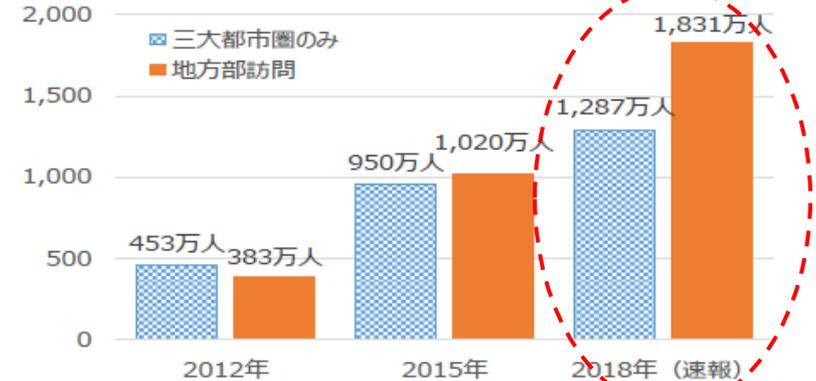
## 日本に向かう観光客の増加

○インバウンドの増加  
(韓国, 台湾, 中国, タイなどの急増)

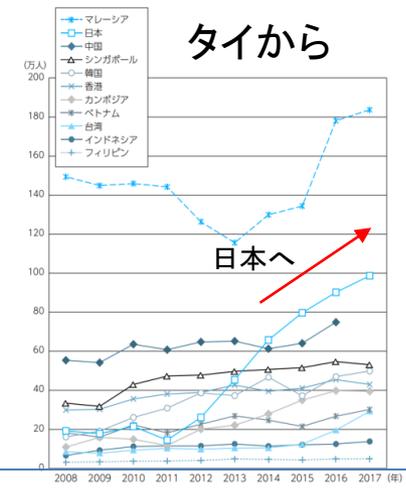
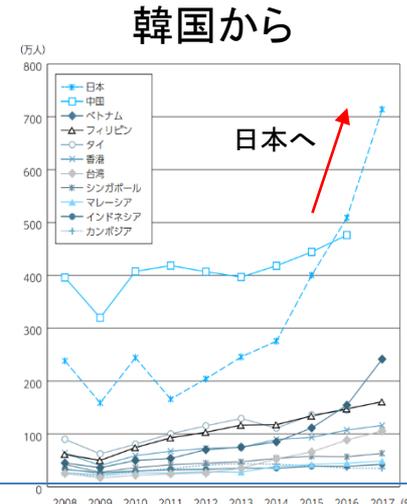
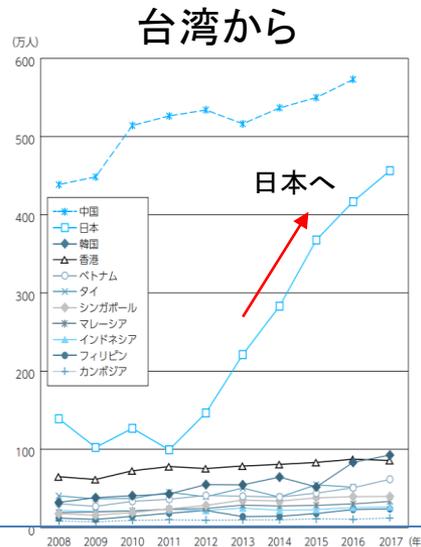
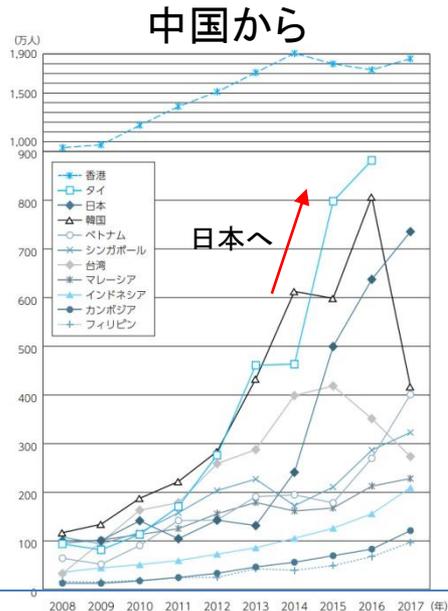
○地方部を目的地とするインバウンドの増加  
(観光白書, 2018)

・地方部を訪問する訪日客数は、2018年（平成30年）には、三大都市圏のみを訪問する訪日客数の1.4倍となった。

(図表Ⅱ-6) 訪問先（都市/地方）別訪日外客数の推移



観光庁：観光白書概要版2019



JNTO 訪日旅行データハンドブック2018より

⇒地方部の頑張りが目立つ。リージョナル・ゲートウェイへの期待も大きい

# 茨城空港の周辺：自転車道はNCR指定

観光の魅力発信に大いに期待！ ソフトの工夫も必要！



# 那覇空港の拡張計画と事業

沖合埋め立てによる滑走路増設



2018年3月11日 機内より撮影



2019年9月の工事進捗状況(埋め立ては完了)



### **3. 航空交通システム分野のイノベーション**

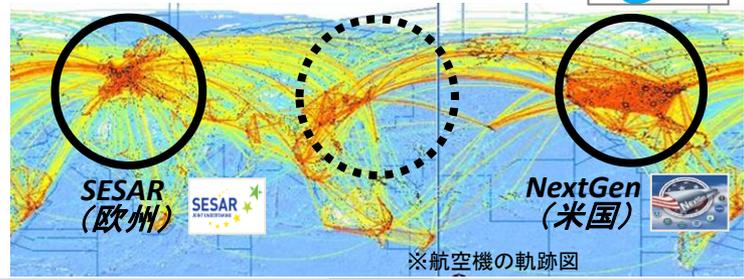
# 航空交通システムの長期ビジョン



→ 航空交通量の増大や運航者、利用者のニーズの多様化に対応し、我が国の経済成長に寄与するとともに、地球温暖化対策等の世界共通の課題にも対応するため、「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)」を策定しました。  
 → 2025年を見据えた目標や施策の導入ロードマップに基づき、産学官で連携しながら、その実現に向けた取組みを行っています。

## 背景

- ・ICAOが2025年を目指した航空交通管理に関する指針を策定
- ・欧米で上記指針に基づいた長期計画を策定  
(米:NextGen、欧:SESAR)
- ・アジア・太平洋地域における急速な需要増 →



航空交通量の増大や多様化するニーズに的確に対応するとともに、効率的なサービスの実現を通じ我が国の成長戦略に寄与するためには、**航空交通システムの大胆な改革が必要**

## 2025年を想定した目標設定(数値目標を明確化)

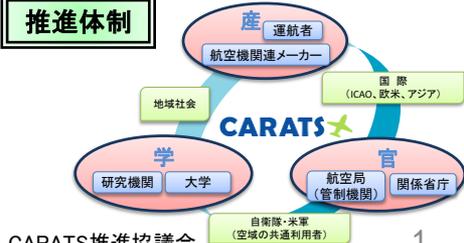
- ①安全性の向上 : 安全性を**5倍**に向上
- ②航空交通量増大への対応 : 混雑空域における管制の処理容量を**2倍**に向上
- ③利便性の向上 : サービスレベル(定時性、就航率、速達性)を**10%**向上
- ④運航の効率性向上 : 1フライト当たりの燃料消費量を**10%**削減
- ⑤航空保安業務の効率性向上 : 業務の効率性を**50%**向上
- ⑥環境への配慮 : 1フライト当たりのCO2排出量を**10%**削減
- ⑦航空交通分野における我が国の国際プレゼンスの向上(定性的目標)

## 変革の方向性

出発から到着までの軌道を最適化する**軌道ベース運用(TBO: Trajectory Based Operation)**への移行を中核とする**8つの変革の方向性**を記述



将来の航空交通システムの構築にあたっては、**様々な関係者の協調が必要**



**CARATS(キャラッツ):**  
 Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems:  
 航空交通システムの変革に向けた協調的行動

# ① CARATS施策の全体の進捗状況

## CARATS施策導入計画 (案)

変革の方向性に向けた主な施策の導入状況/導入計画を記載  
 ※ICAO世界航空交通計画(GANP)や機上装備の動向等を考慮

### 【CARATS(航空交通システムの長期ビジョン) ~8つの変革の方向性~】

- ① 軌道ベース運用(TBO)の実現
- ② 予見能力の向上
- ③ 性能準拠型の運用(PBO)
- ④ 全飛行フェーズでの衛星航法の実現
- ⑤ 地上・機上での状況認識の向上
- ⑥ 人と機械の能力の最大活用
- ⑦ 情報共有と協調的意思決定の徹底
- ⑧ 混雑空港及び混雑空域における高密度運航の実現



平成30年 3月13日  
 第8回CARATS推進協議会

**重点** : 重点的取組施策  
 ◆ : 意思決定年度  
 : H29 意思決定  
 : 今後、意思決定

別紙1-1

プロジェクト名	個別施策名	現状 (これまで)	短期 (~H32(2020)年度)	中期 (H33(2021)~H36(2024)年度)	長期 (H37(2025)年度~)
空域編成	柔軟な空域運用	・巡航機と上昇・下降機が混在 ・固定的な(公示)経路に沿って飛行 	管制空域再編 (H30~36年度) 首都圏空域再編 (H30~31年度) 動的ターミナル空域の運用(OI-3) H32年度~ ポイントマージシステム (OI-3: ◆H25)	空域の高度分離(OI-4) 高高度でのフリーレーシング(OI-5) リアルタイムの空域形状変更(OI-6) H34年度~ 国内空域上下分離(西日本) (OI-4: ◆H25) 公示経路の直行化 (OI-5: ◆H25) 局所的な空域形状変更 (OI-6: ◆H25)	高高度: 巡航機中心 低高度: 上昇・下降機に専念 国内空域上下分離 (OI-4: ◆H25) 高高度空域UPR (OI-5: ◆H25) 境界高度の変更 (OI-6: ◆H25) 可変(高度) 可変(水平面) TBOに適した空域編成(OI-7) 高高度空域UPR+DARP (OI-5: ◆H25) 境界高度+水平面の変更 (OI-6: ◆H25)
	【別紙1-2】性能準拠型運用	混雑セクター境界線変更(OI-1) 訓練空域を動的・効率的運用(OI-2)			
運航前	協調的な軌道生成	運航者 管制機関 提示された経路の中から選択 事前に調整経路を提示	軌道・気象情報・運航制約の共有(OI-14) H31年度~ XML等で標準化された運航データの共有 (OI-14: ◆H26)		以降 コンフリクトのない軌道の生成(OI-17) 以降 協調的な運航前の軌道調整(OI-15) H37年度~ システム上での軌道調整 (OI-15: ◆H29予定) SWIMで他国接続 (OI-15: ◆H29予定)
	リアルタイムな軌道修正	・交通流制御は主に出発時刻指定(EDCT)により時間を管理 	重点 初期的CFDTによる時間管理(OI-18) H31年度~ 初期的CFDT(再開) (OI-18: H24導入後中断中)	複数地点CFDTによる時間管理高度化(OI-16) H33年度~ 複数地点CFDT (OI-16: ◆H25)	以降 システムの支援によるリアルタイムな軌道修正(OI-22) 軌道ベース運用の実現 高精度な予測に基づく4次元(空間+時間)の軌道を整然と飛行 データリングによる空地の軌道共有(OI-21) 動的メーリングフィックス (OI-19: ◆H25) 4D TRAD FLIPINT
運航中	高密度運航	・離陸後、管制官の指示によって安全間隔を設定、順序付け ・コンフリクトが発生する可能性 ・管制官とパイロットは音声で交信	後方乱気流に起因する管制間隔の短縮(OI-26) H31年度~ 区分細分化(RECAT)・固定間隔 (OI-26: ◆H25)	合流地点におけるメーリング(OI-19) H34年度~ 固定メーリングフィックス (OI-19: ◆H25)	定型通信の自動化(OI-29) H33年度~ 陸域CPDLIC(航空路) (OI-29-2: ◆H25) D-TAXI/OTIS/RVR等 (OI-29-1~3)
	情報サービスの向上	・管制官やパイロットの共有情報(トラフィック、航空/気象情報)は限定的	空港運用の効率化・空港CDM(OI-23) H31年度~ AMAN/DMAN/SMAN (OI-23-1: ◆H26) 空港CDM(首都圏空港) (OI-23-2: ◆H26)	高度化 (OI-23-1) 他空港展開(OI-23-2)	航空路3NM管制間隔(OI-27) 重点 3NM 3NM 3NM
航空気象	観測情報の高度化(EN-4)	<航空路用の例> ・5Kmメッシュ(メソモデル) ・1時間おき ・39時間先まで ・3時間毎に更新	H31年度~ 新たな衛星観測情報 (EN-4-4: ◆H28)	地上 約2km → 1kmまで観測 H31年度~ 低高度レーダー可観測 (EN-4-2: ◆H24)	予測情報の高度化(EN-5) H35年度~ 予測誤差の定量化 (EN-5-4: ◆H29予定)
	気象情報から運航情報、容量への変換(EN-6)				H37年度~ DAPs気象データ活用 (EN-5-1: ◆H29予定)
情報管理	運航情報データベース(EN-2) H27~		H30年度~ 海外とのIPネットワーク構築 (EN-3: ◆H26)	データベース等情報基盤の構築(EN-2) / 情報共有基盤(EN-3) H31年度~ SWIM的な対応 (EN-3: ◆H26)	4D気象データベース(EN-2) H37年度~ SWIM (EN-3: ◆H30予定)
	GIS情報データベース(EN-2) H28~		国際標準データ様式採用 (EN-2: ◆H26)	デジタルノータム (EN-2) FF-ICE (EN-2)	
監視通信	平行滑走路の監視能力向上(EN-11) H27~成田 WAM/PRM		H30年度~ DAPs for SSR (EN-12,13: ◆H26)	気象観測データのダウンリンク(EN-13) H34年度~ 風向風速算出機能 (EN-13: ◆H29予定)	以降 ADS-B管制利用 (EN-9,10)
	*航法除く		H30年度~ 航空機動態情報の活用(EN-12)	H33年度~ VHFデータリンク(EN-14) FANS-1/A+(POA/M2) (EN-14: ◆H25)	将来の通信装置(EN-15) 重点 AeroMACS(地上業務) (EN-15: ◆H31予定)

# ① CARATS施策の全体の進捗状況

平成30年 3月13日  
第8回CARATS推進協議会

## PBN導入展開計画 (案)

RNAVロードマップ(H19年第2版)の改訂版として策定

### 【期間の設定と目標】

- 短期(～H32(2020)年度) : RNAV・RNP経路の全国展開
- 中期(H33(2021)～H36(2024)年度) : 全飛行フェーズにおけるRNP化の推進
- 長期(H37(2025)年度以降) : 軌道ベース運用の実現

**重点** : 重点的取組施策  
**◆** : 意思決定年度  
**○** : H29 意思決定  
**□** : 今後、意思決定

別紙1-2

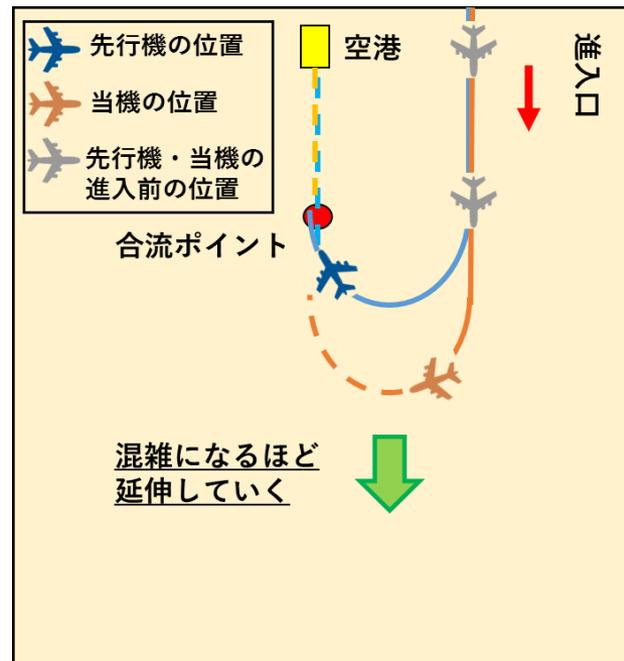
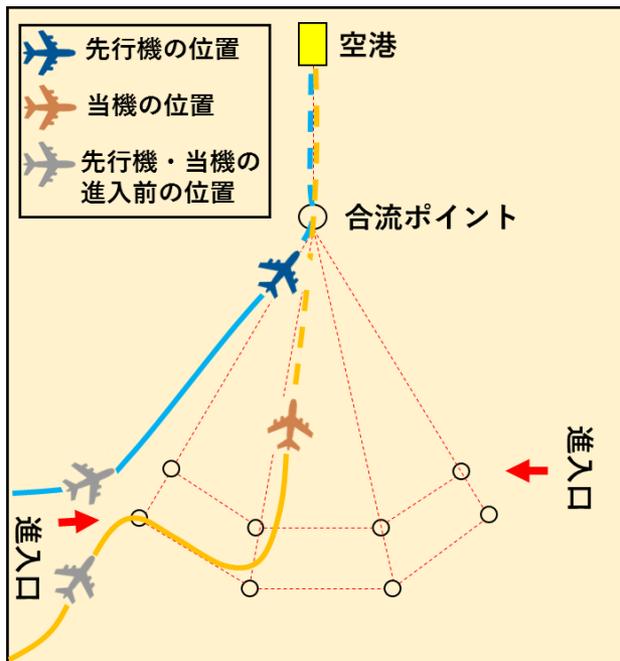
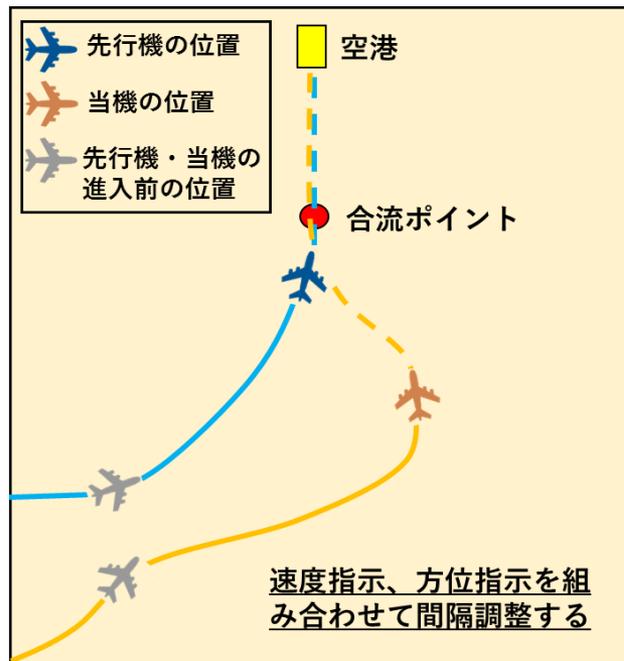
	現状(これまで)	短期(～H32(2020)年度)	中期(H33(2021)～H36(2024)年度)	長期(H37(2025)年度～)																				
	<p><b>プロジェクト名</b>   <b>個別施策名</b>   <b>導入済み施策</b></p>	<b>RNAV・RNP経路の全国展開</b>	<b>全飛行フェーズにおけるRNP化の推進</b>	<b>軌道ベース運用の実現</b>																				
<b>航空路</b>	<p>H4年～: 試行運用開始 (3本のRNAV経路を設定)                      H7年～: 評価運用開始 (暫定実施基準を策定)                      H20年～: RNAV5経路 正式運用開始(航法精度±5NM指定)                      RNAV5経路: 250本 を設定 (H29.12現在)</p> <p>スカイハイウェイ(H22年度～)                      29,000ft以上の高度帯において、                      VOR経路飛行とRNAV5経路飛行を                      運用的に垂直分離し、                      RNAV経路を全国展開</p>	<p>管制空域再編(H30～36年度)</p> <p>【新規】RNP2導入、RNAV5→RNP2移行(H30検討)</p> <p>RNAV5 → RNAV5/RNP2 (オーバーレイ) → RNAV5→RNP2 (順次移行)</p>	<p>全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7)</p> <p>【新規】RNP2導入、RNAV5→RNP2移行(H30検討)</p> <p>RNAV5/RNP2 (オーバーレイ) → RNAV5→RNP2 (順次移行)</p>	<p>将来のTBO運航実現に向けて最終的に「Advanced RNP」への移行を目指す</p> <p>高精度かつ時間軸を含むRNP (OI-10)</p> <p>以降: Advanced RNP (OI-10: ◆H32予定)</p>																				
<b>ターミナル</b>	<p>H11年～: 暫定運用開始(羽田空港の深夜時間帯の到着機を対象)                      H16年～: 暫定RNAV経路設定(5空港:函館、大阪、高松、福岡、鹿児島)                      H19年～: RNAV1 SID/STAR 正式運用開始(航法精度±1NM指定)</p> <p>RNAV1: 33空港 330本                      RNP1※: 36空港 131本 を設定 (H29.12現在)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>RNAV1</th> <th>RNP1※</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SID</td> <td>76</td> <td>58</td> <td>134</td> </tr> <tr> <td>TR</td> <td>98</td> <td>15</td> <td>113</td> </tr> <tr> <td>STAR</td> <td>156</td> <td>58</td> <td>214</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>330</td> <td>131</td> <td>461</td> </tr> </tbody> </table> <p>※現在設定されているBasic RNP1は、RNP1へ名称変更予定</p>		RNAV1	RNP1※	合計	SID	76	58	134	TR	98	15	113	STAR	156	58	214	合計	330	131	461	<p>精密かつ柔軟な出発及び到着・進入方式(OI-9)</p> <p>RNP1 の展開</p> <p>【新規】RNAV1 → RNP1移行</p> <p>RNP1 設定空港拡大(RNP進入方式の展開に合わせ、4～6空港/年)      RNAV1のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV1 → RNP1 (順次移行)</p> <p>PBNを利用した高精度な出発方式(曲線経路) (OI-9: ◆未定(H30から検討開始))</p>	<p>RNP1 の展開</p> <p>【新規】RNAV1 → RNP1移行</p> <p>RNP1 設定空港拡大(RNP進入方式の展開に合わせ、4～6空港/年)      RNAV1のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV1 → RNP1 (順次移行)</p> <p>PBNを利用した高精度な出発方式(曲線経路) (OI-9: ◆未定(H30から検討開始))</p>	<p>高精度かつ時間軸を含むRNP (OI-10)</p> <p>以降: Advanced RNP (OI-10: ◆H32予定)</p> <p>エンターナル      ターミナル      進入      出発</p> <p>Advanced RNP</p> <p>12:00:05</p> <p>RNP2      RNP1      RNP進入      RNP1</p> <p>・出発から到着までRTAを含む                      RTA: Required Time of Arrival</p>
	RNAV1	RNP1※	合計																					
SID	76	58	134																					
TR	98	15	113																					
STAR	156	58	214																					
合計	330	131	461																					
<b>空港周辺エリア</b>	<p>H17年～: RNAV進入方式 運用開始(3空港:新千歳、那覇、函館)                      H18年～: Baro-VNAV進入方式 運用開始(3空港:新千歳、那覇、広島)                      H24年～: RNP AR進入方式 運用開始 (5空港:羽田、大館能代、函館、高知、北九州)</p> <p>非精密進入</p> <p>RNAV進入 : 17空港 19本                      RNP進入 : 23空港 34本                      RNP AR進入 : 26空港 49本 を設定 (H29.12現在)</p> <p>&lt;大館能代空港の例&gt;                      飛行距離: 16NM(30km)減                      (約5分短縮)</p> <p>従来                      到着経路</p> <p>大館能代空港 (数目前)</p> <p>* Required Navigation Performance - Authorization Required</p>	<p>RNP進入・RNP AR進入 の展開</p> <p>RNP進入・RNP AR進入</p> <p>【新規】RNAV進入→RNP進入移行</p> <p>RNP進入・RNP AR進入 設定空港拡大(4～6空港/年)      RNAV進入のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV進入 → RNP進入 (順次移行)</p> <p>重点 H36年度～                      SBAS-LP/LPV進入 (OI-9,12,EN-7: ◆H29予定)</p>	<p>RNP進入・RNP AR進入 の展開</p> <p>【新規】RNAV進入→RNP進入移行</p> <p>RNP進入・RNP AR進入 設定空港拡大(4～6空港/年)      RNAV進入のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV進入 → RNP進入 (順次移行)</p> <p>重点 H36年度～                      SBAS-LP/LPV進入 (OI-9,12,EN-7: ◆H29予定)</p>	<p>* RNP進入方式は、全国の計器進入方式設定済み空港へ展開</p> <p>* SBASを用いた垂直ガイダンス付き進入(LPV)                      * 準天頂衛星7機体制に対応したSBAS性能向上</p> <p>重点 以降                      GLS(CAT-III)進入 (OI-9,EN-8: ◆H32予定)</p>																				
<b>進入</b>	<p>H17年～: RNAV進入方式 運用開始(3空港:新千歳、那覇、函館)                      H18年～: Baro-VNAV進入方式 運用開始(3空港:新千歳、那覇、広島)                      H24年～: RNP AR進入方式 運用開始 (5空港:羽田、大館能代、函館、高知、北九州)</p> <p>非精密進入</p> <p>RNAV進入 : 17空港 19本                      RNP進入 : 23空港 34本                      RNP AR進入 : 26空港 49本 を設定 (H29.12現在)</p> <p>&lt;大館能代空港の例&gt;                      飛行距離: 16NM(30km)減                      (約5分短縮)</p> <p>従来                      到着経路</p> <p>大館能代空港 (数目前)</p> <p>* Required Navigation Performance - Authorization Required</p>	<p>RNP進入・RNP AR進入 の展開</p> <p>RNP進入・RNP AR進入</p> <p>【新規】RNAV進入→RNP進入移行</p> <p>RNP進入・RNP AR進入 設定空港拡大(4～6空港/年)      RNAV進入のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV進入 → RNP進入 (順次移行)</p> <p>重点 H32年度～                      GLS(CAT-I)進入 (OI-9,EN-8: ◆H26)</p>	<p>RNP進入・RNP AR進入 の展開</p> <p>【新規】RNAV進入→RNP進入移行</p> <p>RNP進入・RNP AR進入 設定空港拡大(4～6空港/年)      RNAV進入のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV進入 → RNP進入 (順次移行)</p> <p>重点 H32年度～                      GLS(CAT-I)進入 (OI-9,EN-8: ◆H26)</p>	<p>衛星航法による(曲線)精密進入(EN-8)</p> <p>重点 以降                      GLS(CAT-III)進入 (OI-9,EN-8: ◆H32予定)</p>																				
<b>小型航空機</b>	<p>低高度RNAV経路 H26大島～八丈島方面 RNAV5経路導入</p> <p>ヘリ専用飛行方式 なし</p>	<p>低高度航空路の設定(OI-11)、小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定(OI-12)</p> <p>H30～ 全国(太平洋側、日本海側、北海道方面)へ順次展開予定 (OI-11)</p> <p>H30年度～ PinS CAT-H (OI-12: ◆H22)      ヘリ専用飛行方式(PinS, CAT-H)      H30～評価運用開始予定      以降、追加導入検討予定</p>	<p>低高度航空路の設定(OI-11)、小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定(OI-12)</p> <p>H30～ 全国(太平洋側、日本海側、北海道方面)へ順次展開予定 (OI-11)</p> <p>H30年度～ PinS CAT-H (OI-12: ◆H22)      ヘリ専用飛行方式(PinS, CAT-H)      H30～評価運用開始予定      以降、追加導入検討予定</p>	<p>低高度航空路の設定(OI-11)、小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定(OI-12)</p> <p>H30～ 全国(太平洋側、日本海側、北海道方面)へ順次展開予定 (OI-11)</p> <p>H30年度～ PinS CAT-H (OI-12: ◆H22)      ヘリ専用飛行方式(PinS, CAT-H)      H30～評価運用開始予定      以降、追加導入検討予定</p>																				



## 4. チャレンジングな技術課題例 (アプローチ部)

# 着陸時の管制処理方式の例

## セパレーションの取り方



### ■ ベクタリング(羽田空港)

#### ■ メリット

- 管制官の技量によって容量が上がる

#### ■ デメリット

- 指示回数が増え、管制官の負荷増

### ■ ポイントマージシステム

#### ■ メリット

- 管制官の負荷が少ない
- 順序入替など他の運用がし易い

#### ■ デメリット

- 交通量が多いと待機経路延伸の必要

### ■ リニアホールディング

#### ■ メリット

- 順序入替など他の運用がし易い

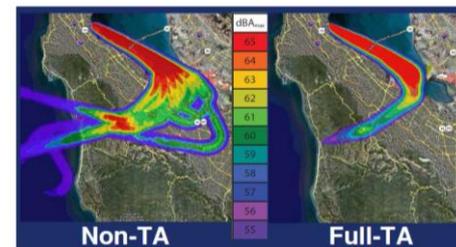
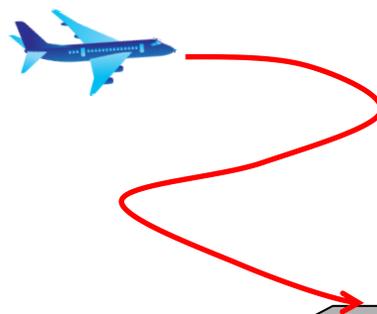
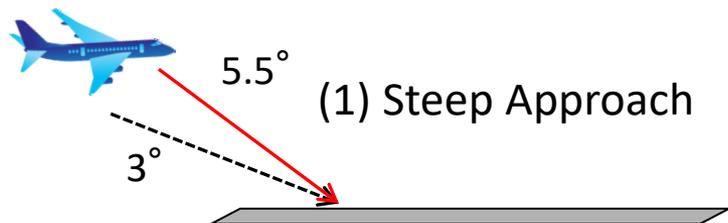
#### ■ デメリット

- 低空での飛行が長く燃料消費が多い
- 旋回が大きい

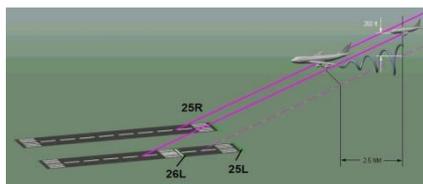
⇒これら以外にも将来的に様々な工夫が可能になるだろう

# 離着陸時の管制処理方式

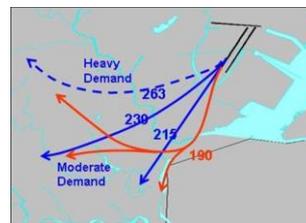
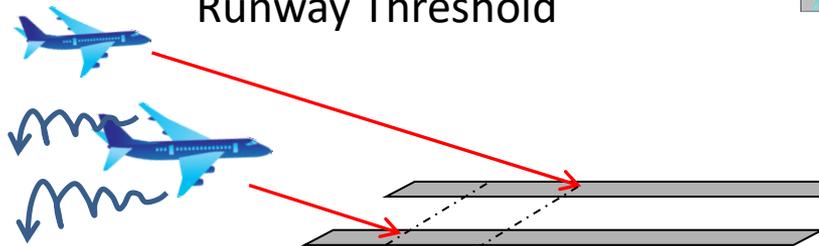
: 現行の離着陸の工夫例(環境対策, 容量拡大)



(2) Tailored Arrival



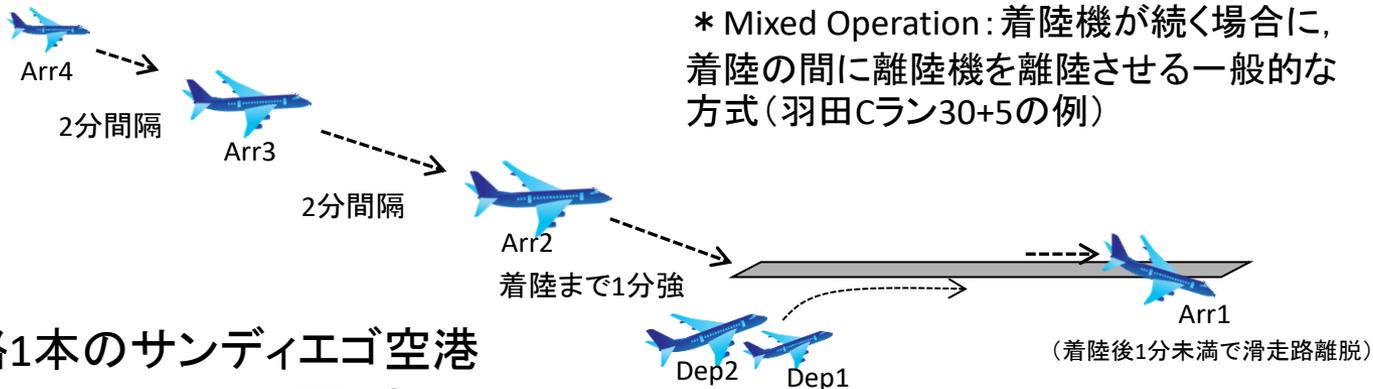
(3) Displaced Runway Threshold



(4) Fanned Departure

⇒これら以外にも将来的に様々な工夫が可能になるだろう

# 機材の小型化とMixed運用の高度化



【外国の例】滑走路1本のサンディエゴ空港の容量は, 48回/時(Visual: 48-57回/時)



ほぼ2分間隔で住宅地の上を降下して着陸する航空機(右写真はサウスウエスト)

現空港敷地内で構想された様々な将来の計画(新幹線駅、空港アクセス鉄道駅、駐車場等々(同空港の将来計画HPより))

⇒ 空港容量が増し, 小型化も進展すれば, さらに容量を増加させる可能性あり  
(到着・出発の機材順序づけの最適化, 環境に配慮した機材・ルート優先化)

# サンノゼ(シリコンバレー)の中心部

サンノゼ空港の滑走路端から4-5km



日常生活に溶け込む車, 路面電車, 航空機

# 人口集中地域での高密度な空域活用の例



NYでは空域を3次元で高度利用し、多くの離着陸経路を設定

⇒テクノロジーによる高度化の未来が待っている

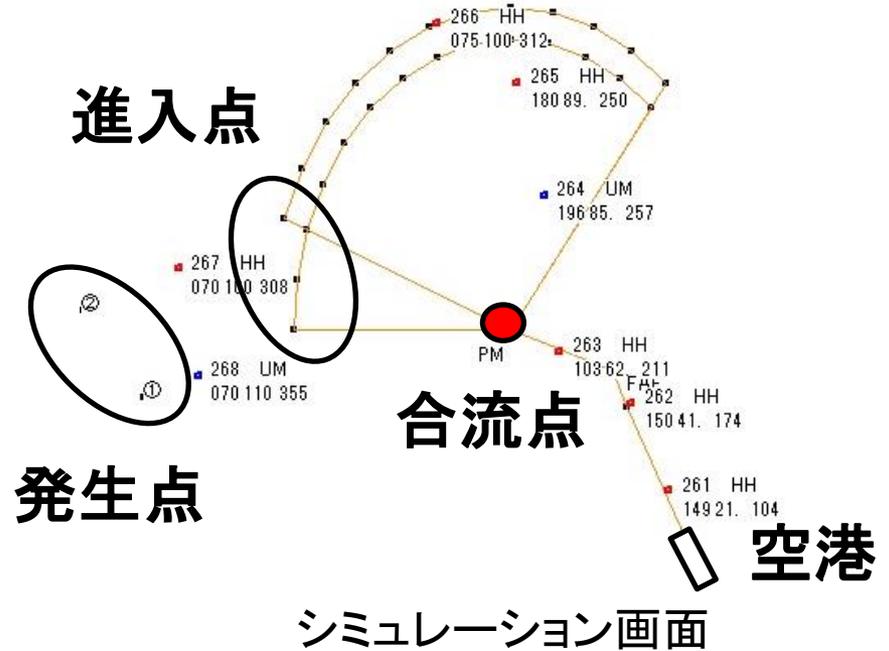
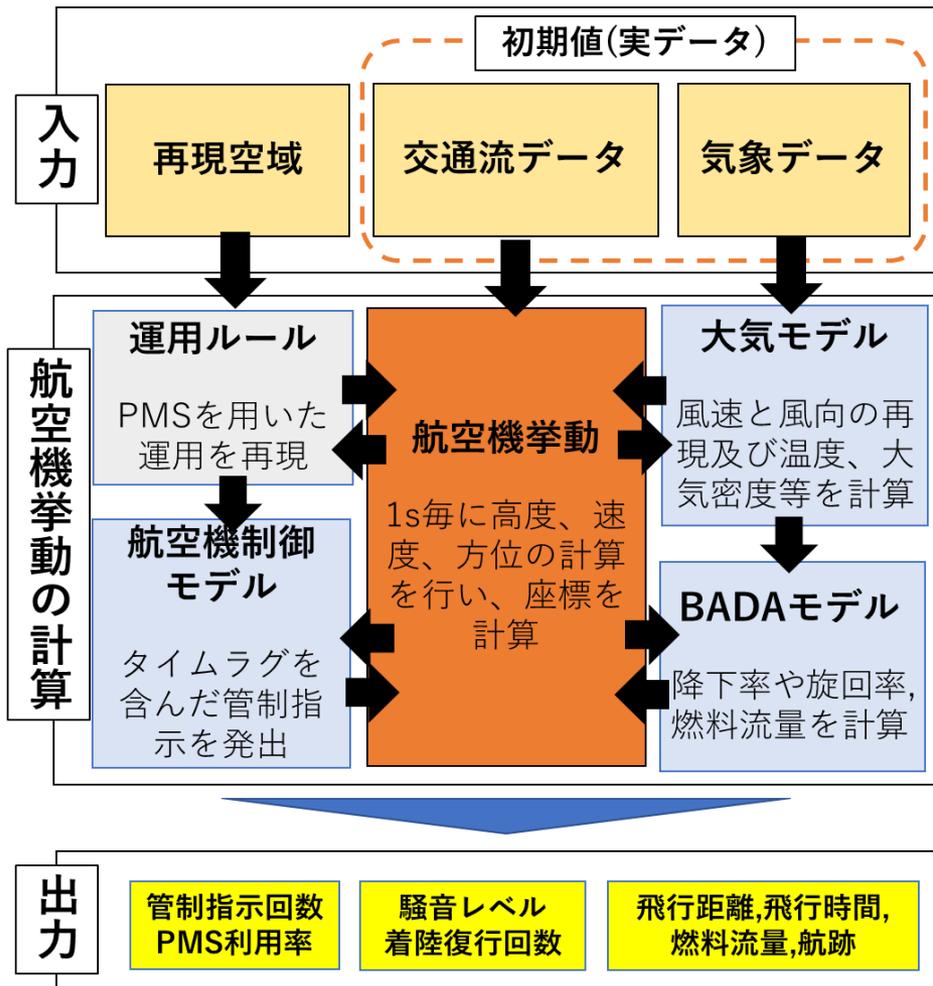
首都圏空港将来像シンポジウム(2009.9)より

# 研究例：管制処理システム案のシミュレーション分析

## ◆ 空域シミュレータの概要

管制処理システムの試案の効果を定量的に分析するシミュレータ

## ◆ 空域シミュレータの構成

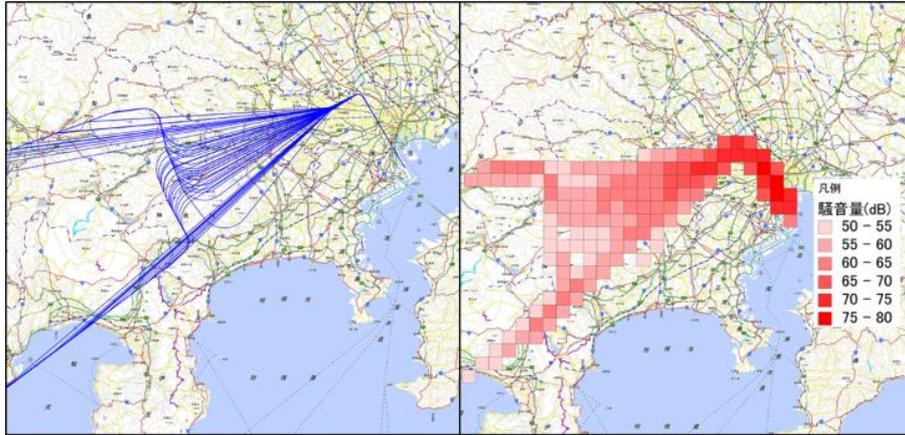


## 使用目的

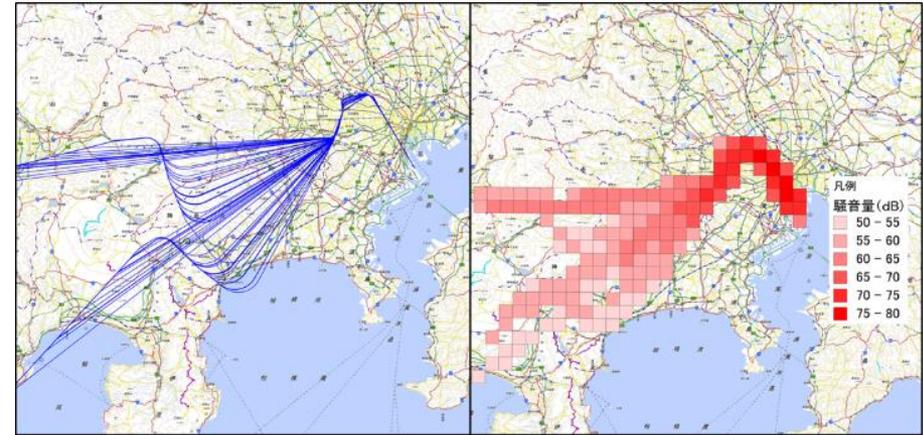
不确实要素を含む実際の航空交通に近い状態を再現  
様々な要因を考慮して、試案した運用による効果を評価

# 研究例：管制処理システム案のシミュレーション分析

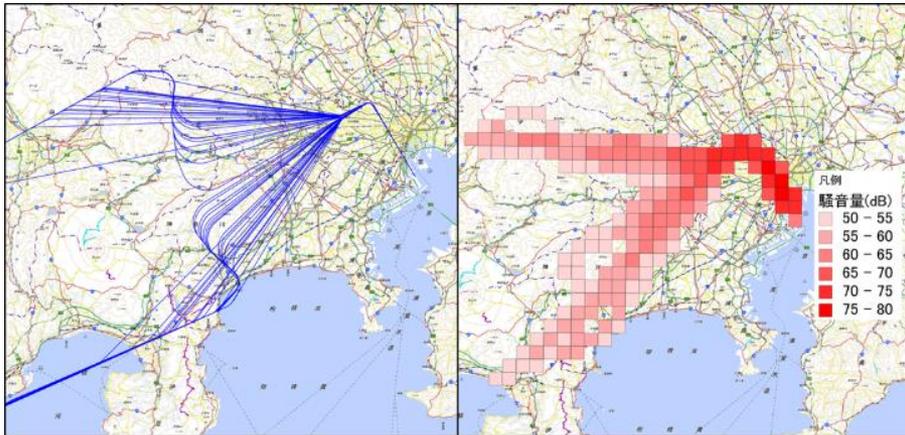
## ◆ シミュレータによる試算の例



経路案③の航跡と騒音図



経路案⑤の航跡と騒音図



経路案④の航跡と騒音図

### 飛行距離・飛行時間・燃料流量の平均値

	飛行距離(NM)	飛行時間(s)	燃料流量(kg)
経路案③	100.9	1284.1	619.4
経路案④	101.1	1283.7	605.6
経路案⑤	101.8	1335.6	635.1

本試算から、(1)飛行距離は大差ないが、飛行時間は、経路案⑤が若干長い、(2)燃料流量は、経路案④で低く、経路案⑤が高い、(3)騒音範囲が案によって異なるが、合流後はどれも大差はない、といった結果が得られた。

# CARATSオープンデータ提供(研究の裾野拡大)

## 提供の目的

- ・交通管制部所有のデータを外部提供することにより、大学等の公的研究機関における航空交通分野の研究開発の裾野拡大を図ることを目的に平成27年度より提供開始。
- ・提供開始から現在まで64機関に提供済み。

## 拡充検討

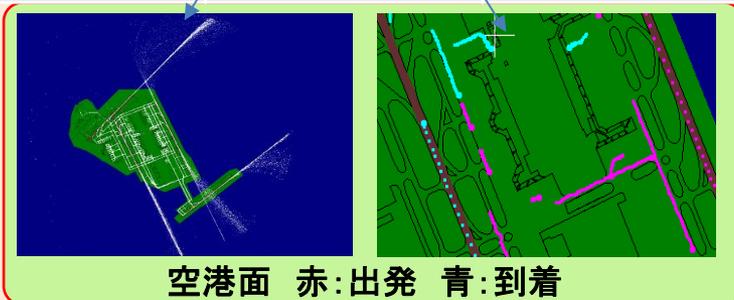
- ・現在、CARATSオープンデータでは国内+洋上経路(H29年度から開始)の航跡データを公開済み。
- ・第7回推進協議会(H29.3)において、データ提供の拡充が求められているところ、H29年度はユーザーニーズ調査を行い、更なるデータの公開に向け拡充計画を検討。
- ・H30、H31に新規に公開するデータの拡充計画案を取りまとめ。

今年度公開

提供年度	H27	H28	H29	H30	H31	H32以降
データソース	国内航跡 (H24)	羽田空港レーダ追加 (H25、H26)	洋上航跡追加 (H27)	羽田空港面追加 (H28)	福岡空港レーダ及び空港面追加 (H29)	H30年度検討予定
対象日	6週間(奇数月)	6週間(奇数月)	6週間(奇数月)	6週間(奇数月)	12週間(毎月)	



国内+洋上 航跡



空港面 赤:出発 青:到着

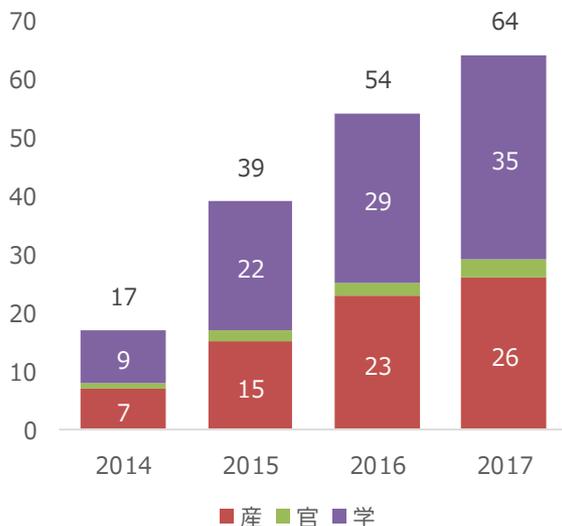
## 今後の進め方

- ・ニーズ調査で要望のあった「飛行計画時の経路情報」、「統合管制情報処理システム上の算出時刻(EDCT等)」及び「ノットム情報(過去データ)」について、当該システム及びビッグデータツールの整備後(H32以降)の提供を目指し、更なる拡充検討を行う。

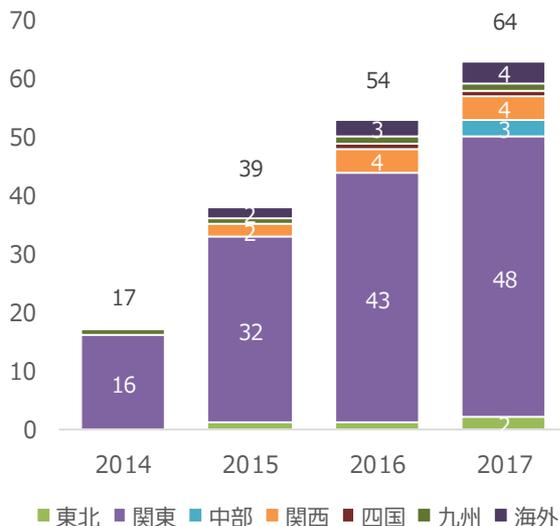
# CARATSオープンデータ提供の状況

- CARATSオープンデータ提供機関数は毎年増加しており、メーカーやシステム開発会社等の「産」の利用者が40%程度、大学や研究機関等の「学」の利用者が50%程度を占める。
- 地域別では、大学や企業が集積している関東地方のユーザーが多数を占める。

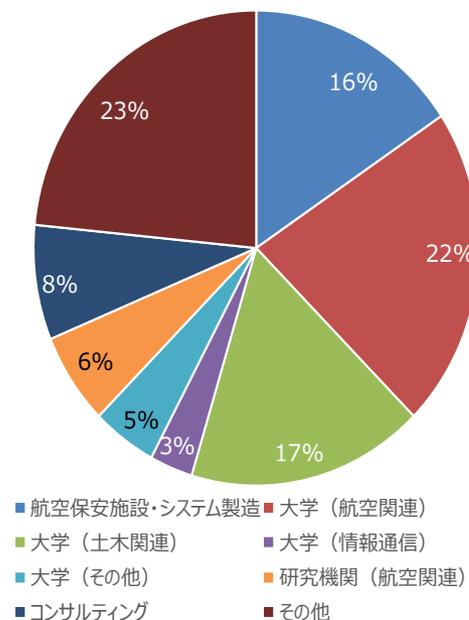
産官学別提供機関数推移



地域別提供機関数



データ提供先機関の構成  
(2017年9月末時点)



⇒様々なデータ活用でイノベーションやビジネスに繋がること期待

# おわりに

航空交通システムのイノベーションによる国際戦略

- 安全(管制負荷低減、安全技術開発等)
- 地球環境(低排出、バイオ燃料, 電動等)
- 地域環境(低騒音化、落下物対策等)
- 経済(観光・インバウンド増、国際競争力)
- 運航効率(空域、航空路、離着陸方式開発)
- 利用者利便(低遅延、高頻度化、低価格化)等

⇒これら総合面で航空交通分野発のイノベーションに期待するところが大きい！

ご清聴ありがとうございました