

# 飛行方式に関する 国際動向調査について

# 調査概要

- 飛行方式（海上ルートの実現に資する方策）及び更なる騒音負担軽減策について、海外の動向を調査。
- 調査方法としては、デスクトップ調査による公開情報収集に加え、先進的な取り組みを行っている海外の関係機関にヒアリングを実施。
- ヒアリング先は以下の通り。
  - ・サンフランシスコ、ロサンゼルス、サンディエゴ、ストックホルム・アーランダ、ヒースロー、パリ・シャルル・ド・ゴール、フランクフルトの各空港管理者
  - ・スウェーデン、イギリス、フランスの各航空当局
  - ・ボーイング社、エアバス社（航空機メーカー）
  - ・ハネウェル社（航空電子機器メーカー）
  - ・チャルマース工科大学（研究機関）

## 飛行方式に関する調査

- RNP-AR方式の導入事例
- 羽田空港C滑走路着陸経路（南風時）へのRNP-AR方式の適用について
- 研究動向について

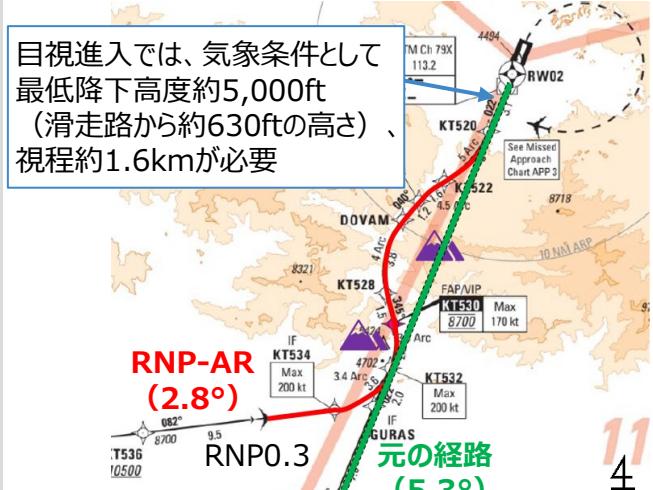
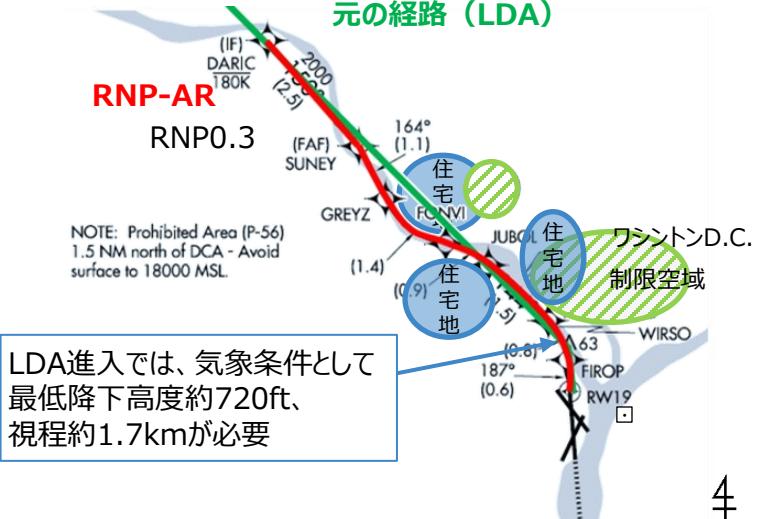
## 航空機の更なる騒音負担軽減策に関する調査

→資料5

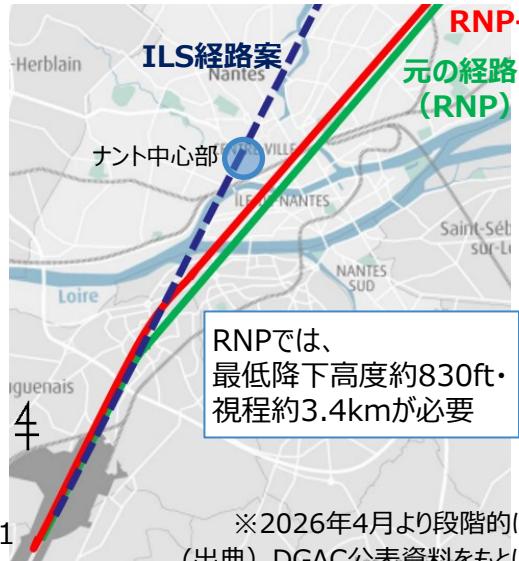
- 現在実施中の騒音負担軽減策
- 研究動向について

# 各空港におけるRNP-AR方式の導入事例①

➤ 海外の各空港において、RNP-AR方式を活用した柔軟な経路設定の事例が複数存在。

|      |   | トリブバン空港<br>(ネパール・カトマンズ)   | ロナルド・レーガン・ワシントン・ナショナル空港<br>(アメリカ・バージニア州) |
|------|---|---|--|
| 背景   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ヒマラヤ山脈に囲まれた盆地内に位置している</li> <li>従来は目視による進入で山地を避けるため滑走路手前まで急降下していたが、進入復行が頻発</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ポトマック川沿いに位置し、周辺には住宅地とワシントンD.C.の制限空域が存在</li> <li>従来はLDA進入（緑色）が主であり、進入復行が頻発</li> </ul>   |  |
| 飛行経路 | <p>目視進入では、気象条件として最低降下高度約5,000ft（滑走路から約630ftの高さ）、視程約1.6kmが必要</p>  <p>11</p> <p>14</p> <p>(出典) CAAN AIPをもとに一部追記<br/>滑走路02へのRNP-AR方式による着陸</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>山地を避けるための特例として、滑走路手前3.7海里地点まで急降下をしていたが、上図赤経路の導入により山地を回避しながら緩やかに降下することが可能に。</li> </ul> | <p>元の経路 (LDA)</p>  <p>4</p> <p>NOTE: Prohibited Area (P-56)<br/>1.5 NM north of DCA - Avoid surface to 18000 MSL.</p> <p>LDA進入では、気象条件として最低降下高度約720ft、視程約1.7kmが必要</p> <p>(出典) FAA AIPをもとに一部追記<br/>滑走路19へのRNP-AR方式による着陸</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>川に沿った経路をRNP-AR方式で設定し、住宅地への騒音削減と制限空域の確実な回避を実現。</li> </ul> |  |
| 主な目的 | 山地等障害物の回避、安定的な運航の実現   | 障害物の回避、騒音削減、安定的な運航の実現   | 2  |

# 各空港におけるRNP-AR方式の導入事例②

|      | ナント・アトランティック空港<br>(フランス・ナント)   | サントス・ドウモン空港<br>(ブラジル・リオ・デ・ジャネイロ)  |
|------|--|---|
| 背景   | <ul style="list-style-type: none"> <li>空港北東約8kmに位置するナント市中心部を避けるため、滑走路延長線上から12°ずらしたRNP進入（緑色）を実施しているが、最低気象条件が厳しく、進入復行等が一定程度発生。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>滑走路が短く（約1,300m）、南西および南に山地等の障害物が存在。</li> <li>従来は目視による飛行であり、最低気象条件が厳しい。</li> </ul>   |
| 飛行経路 |  <p>RNPでは、<br/>最低降下高度約830ft・<br/>視程約3.4kmが必要</p> <p>※2026年4月より段階的に導入予定<br/>(出典) DGAC公表資料をもとに一部追記<br/>滑走路21へのRNP-AR方式による着陸</p> <p>RWY21</p> |  <p>RNP-AR RJ801<br/>IAS MAX 160KT<br/>元の経路 (FAF) RJ802 AS MAX 140KT<br/>RJ804 RW02R RNP 0.15 (FROP) RJ804</p> <p>ここから目視進入<br/>最低降下高度約1,200ft・<br/>視程約4.8kmの厳しい条件</p> <p>(出典) ANAC AIPをもとに一部追記<br/>滑走路02RへのRNP-AR方式による着陸</p> |
| 主な目的 | 安定的な運航の実現  | 山地等障害物の回避   |

# 各空港におけるRNP-AR方式の導入事例③

|      | 天津浜海空港<br>(中国・天津)   | ストックホルム・アーランダ空港<br>(スウェーデン・ストックホルム)   |
|------|---|---|
| 背景   | <ul style="list-style-type: none"> <li>従来のILSによる経路では、長距離の直線進入を確保する必要があることに加え、1,000フィートの垂直分離が確保されないため、同時平行進入は実施できなかった。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>空港南方には市街地が広がっている</li> </ul>  |
| 飛行経路 | <p>※今後正式導入予定</p> <p>(出典) EU公表資料をもとに一部追記<br/>滑走路16RへのRNP-AR方式による着陸</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RNP-AR方式の導入により、ILSとの同時進入を達成。</li> <li>また、従来経路より10海里程度の経路短縮を達成。</li> <li>ただし、新たな経路では、これまで通過していなかった住宅地を上空を飛行。</li> </ul> | <p>(出典) SCAA AIPをもとに一部追記<br/>滑走路01RへのRNP-AR方式による着陸</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>市街地上空を避ける経路の検討を開始（2014年～）。</li> <li>滑走路01Rに上図のとおりRNP-AR方式による複数の曲線進入経路を設定。</li> <li>他方で、ILSとRNP-ARが混在することにより運用が複雑となり年間数回程度の使用にとどまる。</li> </ul> |
| 主な目的 | 経路短縮による効率化・CO <sub>2</sub> 削減   | 市街地回避、<br>経路短縮による効率化・CO <sub>2</sub> 削減   |

- 羽田空港C滑走路におけるRNP-AR方式を用いた経路における、海上ルート実現の可能性について、航空機メーカー等にヒアリングを実施。

### 主なヒアリング結果

- ・ 羽田空港において海上ルートを導入するためには、解決すべき様々な課題があると認識。
- ・ これまで他国航空当局等と連携して、RNP-AR方式を適用した曲線の飛行経路設計をしてきた実績もあり、連携し検討していくことは可能。
- ・ 航空機が2本の滑走路に同時に着陸（同時進入）する等の羽田空港特有の事情を考慮した検討を進めていくため、空港周辺の空域の運用等についてより詳細な情報交換等を進めるとともに、羽田空港への適用可能性については、引き続き慎重に検討を進めていく必要がある。

### ＜参考＞技術的な検討条件

- ・ ICAO基準の遵守などこれまでの条件を前提とすること。
- ・ 千葉県上空を6,000フィート未満の高度で飛行しない等千葉県との確認事項※を遵守すること。
- ・ 現在の滑走路の使い方（A滑走路及びC滑走路への同時進入）を前提とすること。
- ・ 1時間あたりの発着回数について現在の90回を確保すること。
- ・ 人口密集地や障害物の回避など地域の特性を加味した検討を実施すること。

※羽田再拡張後の飛行ルート等に関する確認書

（令和元年12月25日 羽田再拡張事業に関する県・市町村連絡協議会）

1 羽田空港の機能強化に係る騒音軽減策等について

（1）羽田空港の機能強化に伴い新たに設定・運航される飛行ルートについて

①南風時の東京都・埼玉県方面からの新たな着陸ルート

イ なお、**南風時の新着陸ルートの運用にあたっては、高度6,000フィート未満では千葉県陸域を通過しないこと。** ほか

- RNP-AR方式に関連し、管制運用を支援するツールの研究事例、乗員訓練等の制約を緩和するための新たな飛行方式に関する研究事例やRNP-AR方式における小回り化に関する研究事例を確認。

## Ex. ストックホルム・アーランダ空港における管制支援ツールや飛行方式に関する共同研究

- 管制支援ツールや新たな飛行方式の開発について、航空当局、空港管理者、航空機メーカー、エアライン、大学研究機関等のステークホルダーが共同で研究を実施。

### 複雑な管制運用を支援する管制ツールの研究

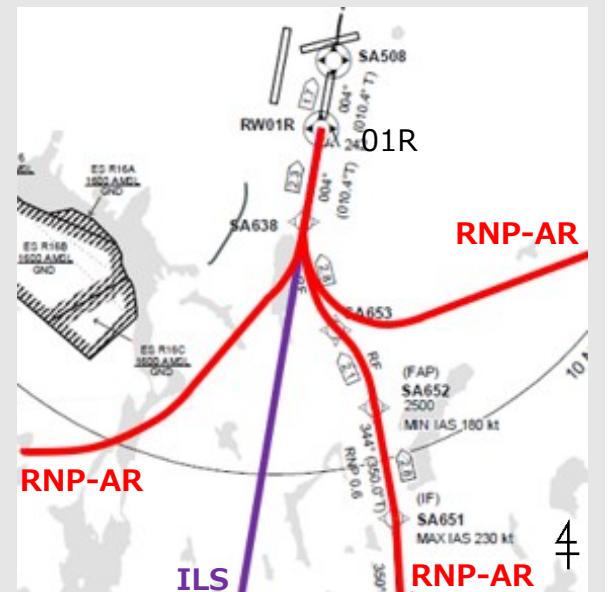
- ストックホルム・アーランダ空港の複雑な運用の課題を受け、複数の経路から高密度で進入してくる航空機を安全に処理するための管制官支援ツールをAI・機械学習を活用して開発中。
- 気象データや機体性能、運航実績データから、飛行位置を予測・表示し、管制官を支援。

### RNP-AR方式に代わる新たな飛行方式の研究

- RNP-AR方式は、対応機材が限定されていること、乗員の訓練が必要であること等の制約があるが、これを緩和するための新たな方式を開発すべく研究を実施。

### 出発経路におけるRNP-AR方式の適用に係る研究

- 到着経路のみならず、出発経路においても、RNP-AR方式を活用し、早期旋回を安定的かつ確実に実施するための研究を実施。



(出典) SCAA AIPをもとに一部追記  
滑走路01RへのRNP-AR方式による着陸  
(再掲・ストックホルム・アーランダ空港)

Ex. チャルマース工科大学におけるRNP-AR方式における曲線半径の小回り化に係る研究

◆スウェーデン運輸局（Trafikverket）による助成金を受け、チャルマース工科大学、国内航空会社、国営空港管理会社、スウェーデン気象・水文研究所、航空管制を担う国営企業が共同で実施した研究。

目的：

- ICAOの標準的な風条件を用いると曲線飛行における速度制限が厳しく、全体の経路長が長くなるなど燃費等への影響が出る場合がある。
- ICAOでも活用することが可能とされている※実際の空港の地点に特化した過去の統計的気象データを活用し設計を行い、効率的な曲線経路設計を実現。※「追い風勾配または特定の値は、その場所の気象履歴等に基づき地域固有の風向・風速の定義を行うことができる。ただし、使用した情報源と値は文書化しなければならない。」旨記載されている。

対象と方法：

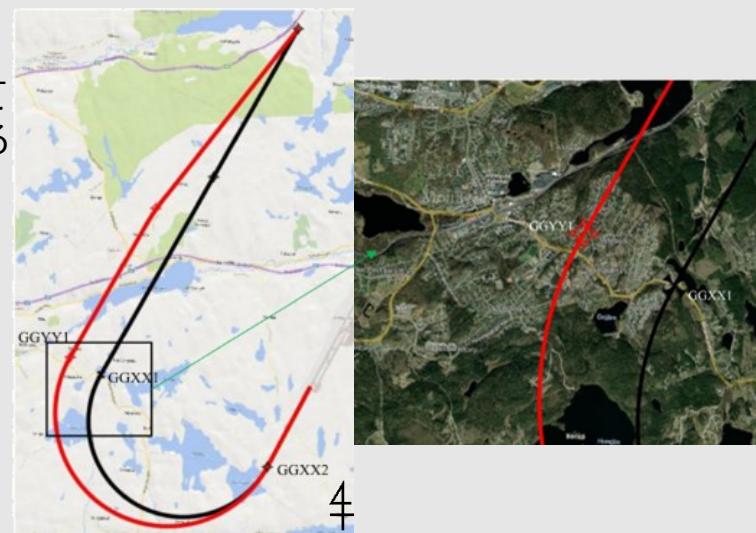
- 対象空港：ヨーテボリ・ランドヴェッテル空港・RNP-AR進入（RWY03）
- データ：スウェーデン気象・水文研究所の気象データ（2009～2018年分）

結果：

- 追い風成分（TWC）について、過去の気象データを統計処理して得られた「風速の分布において、95%の観測値がその値以下になる風速」を活用し、設計することでヨーテボリ空港において 1.985海里 → 1.676海里（16%） の半径の短縮可能性を確認。
- A320のシミュレーターにおいて、設計経路の実現可能性を確認。

今後の展望：

- 今後は実機における試験が必要
- 統計処理して得られた風速を越えるような気象条件における適用可能性又は代替案の整理が必要
- 統計気象データの活用に関するICAOでの議論



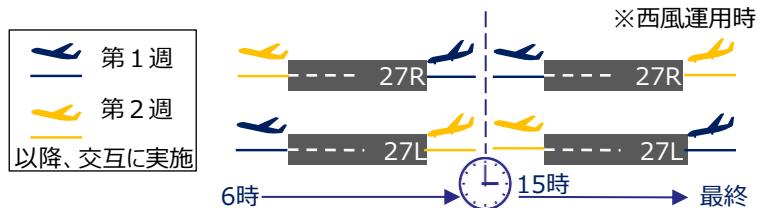
# その他運用等の工夫について

- イギリスでは、運用時間帯で滑走路の使い方を変更することにより騒音を分散化。また、飛行経路そのものの分散についても2021年以降検討が進められているものの、現時点、実現には至っていない。
- フランスでは、分散している飛行経路を集中させ、経路下の騒音対策を充実化する方針をとっている。

ロンドン・ヒースロー空港  
(イギリス・ロンドン)

## 滑走路の交互使用による騒音削減（レスパイト方式）

- 西風運用に限定されるが、毎日午後3時に一度に離陸用と着陸用の滑走路を入れ替えることで静音時間を確保。
- 更に、1週間ごとに離着陸滑走路も入れ替え。



## 実施内容等

### 新たな騒音影響軽減に向けた経路分散等の検討

- 2014年以降飛行経路の分散による騒音影響負担軽減について研究が進められているところ。現在は、新たな経路案の検討をしているが、分散させるか集中させるかという点も含め議論が行われている。

- ステージ1（済）…定義、必要性の明確化  
・変更の背景や期待される効果について整理。

ステージ2（済）…複数の設計オプションを評価・検討

- 個別滑走路ごとの飛行経路案（181案）について安全性・環境・効率について評価。
- ステークホルダーである航空会社・地域住民・自治体の代表機関等と協議

ステージ3（未実施）…パブリックコメント

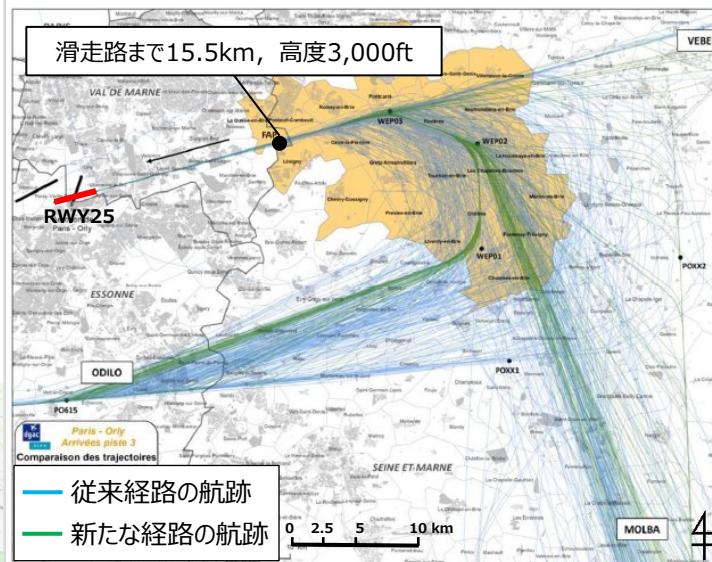
以降、パブリックコメント結果を反映し詳細設計へ



パリ＝オルリー空港  
(フランス・パリ)

## RNPを用いた経路の集約

- 従来は、最終直線の開始点までは管制官が航空機ごとにレーダー誘導を行っており、飛行経路は広域に分散していたが、GPSを活用したRNP方式を導入することにより、分散していた経路を集約。
- これにより、騒音影響を受ける人口が約80,000人減少。



(出典) DGAC公表資料をもとに一部追記

滑走路25へのRNP to ILSによる着陸