

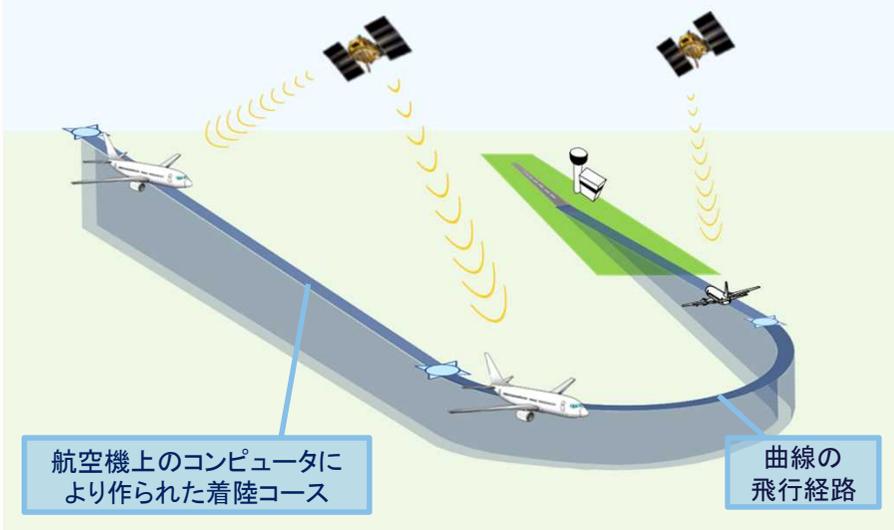
飛行方式の検討について

【RNP-AR】

(Required Navigation Performance-Authorization Required)

【概要】

測位衛星からの信号を元に、航空機に搭載されたコンピュータが自機の位置を把握しながら計算して飛行する、精度の高い曲線経路を含む進入方式



【具体的取組事項】

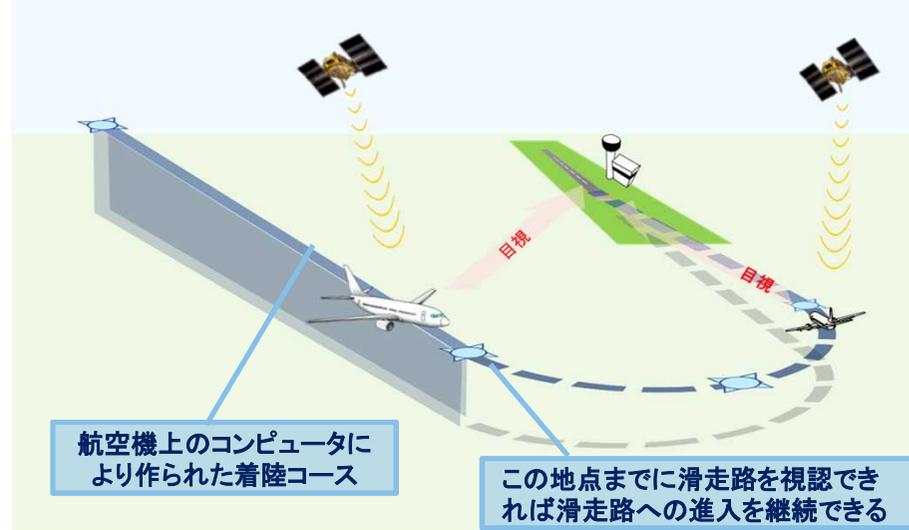
- A・C滑走路への同時進入のための安全性評価 ⇒ 基準策定
- RNP-AR進入方式の実施率向上のための許可要件見直しに係る検討
- 対応機材拡大のための運航者への働きかけ

【RNP+WPガイダンス付き】

(Way Point)

【概要】

測位衛星からの信号による経路を飛行ののち、進入復行点以降、ウェイポイントを参考にしながらパイロットの目視により進入する方式



【具体的取組事項】

- 飛行方式単体の安全性評価 ⇒ 基準策定
- A・C滑走路への同時進入のための安全性評価 ⇒ 基準策定
- 航空機の運航に関する基準の整理
- シミュレーションによる運航手順、パイロット操作負荷等の検証

- 第4回検討会で選定した2方式について、羽田空港への導入に向けた具体的な取り組みの状況は以下の通り。
- 今年度においては、併せて、エアラインの所有する航空機シミュレーターを使用した実証検証の準備を進めている。

前提条件設定	モデルの検証	経路の設計・検証	関係者との調整
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 導入における海外状況の確認 →1. <ul style="list-style-type: none"> ー 導入事例、飛行方式設定基準、導入プロセス、評価手法を確認 ✓ 暫定基準・モデル方式の作成 →2. <ul style="list-style-type: none"> ー セグメント最小値、保護空域等を考慮 ー モデルとなる方式設計を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 基準評価シミュレーション実施 →3. <ul style="list-style-type: none"> ー 飛行方式の飛行可能性、目視物標視認検証 ー ワークロードの確認 ✓ 障害物評価手法の評価 <ul style="list-style-type: none"> ー 経路からの逸脱度合いやその頻度を評価 ✓ 同時進入監視要件の設定 →5. ①②③ <ul style="list-style-type: none"> ー 経路逸脱量・頻度を検証 ー TCAS RA鳴動検証、衝突回避手法検討 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 航空局でのシミュレーション実施 →5. ①②③ <ul style="list-style-type: none"> ー 暫定経路の作成、ATCによるリアルタイムシミュレーションを実施し、評価改善 ✓ 航空会社でのシミュレーション実施 →5. ①②③ <ul style="list-style-type: none"> ー 航空局での検証を経た経路案を航空会社に提示 ー 航空会社によるシミュレーションや調整を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国際民間航空機関(ICAO)との調整 <ul style="list-style-type: none"> ー 関係作業部会との調整 ✓ 運航者との調整 <ul style="list-style-type: none"> ー 飛行方式の安全性・運用ルールを説明、理解を得る <p>※赤字は終了 ※青字は今後実施予定のもの</p>

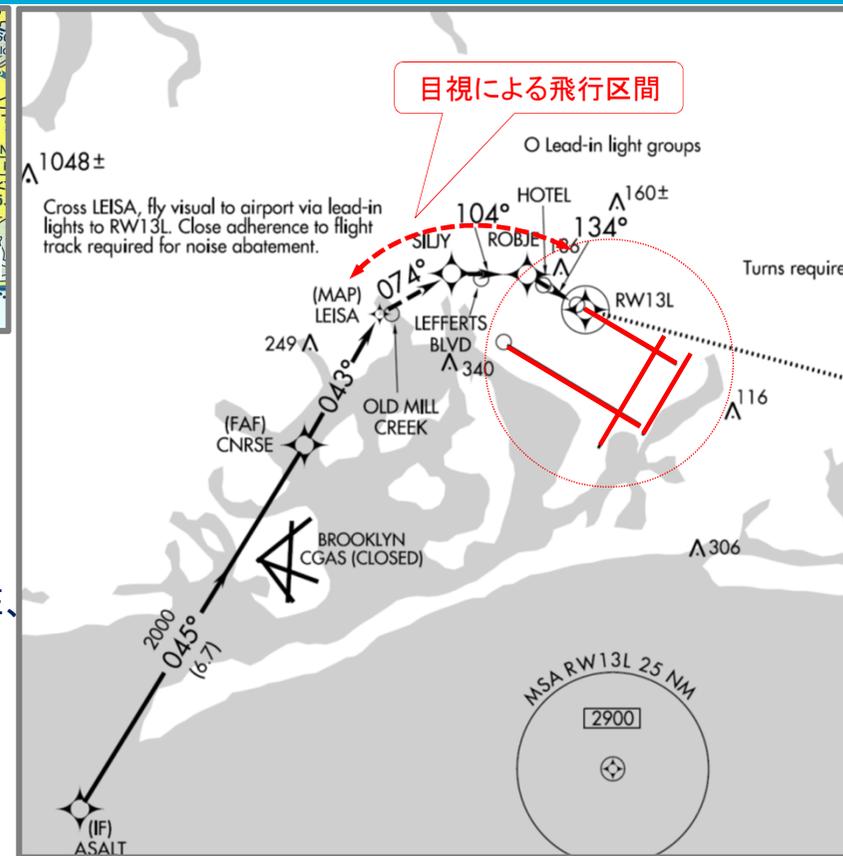
1. 海外状況に関する確認 (RNP+WP)

ジョン・F・ケネディ空港 (米国)

【方式名称】 RNAV(GPS) Z RWY13L
(運用開始日: 2019年12月)

【概要】

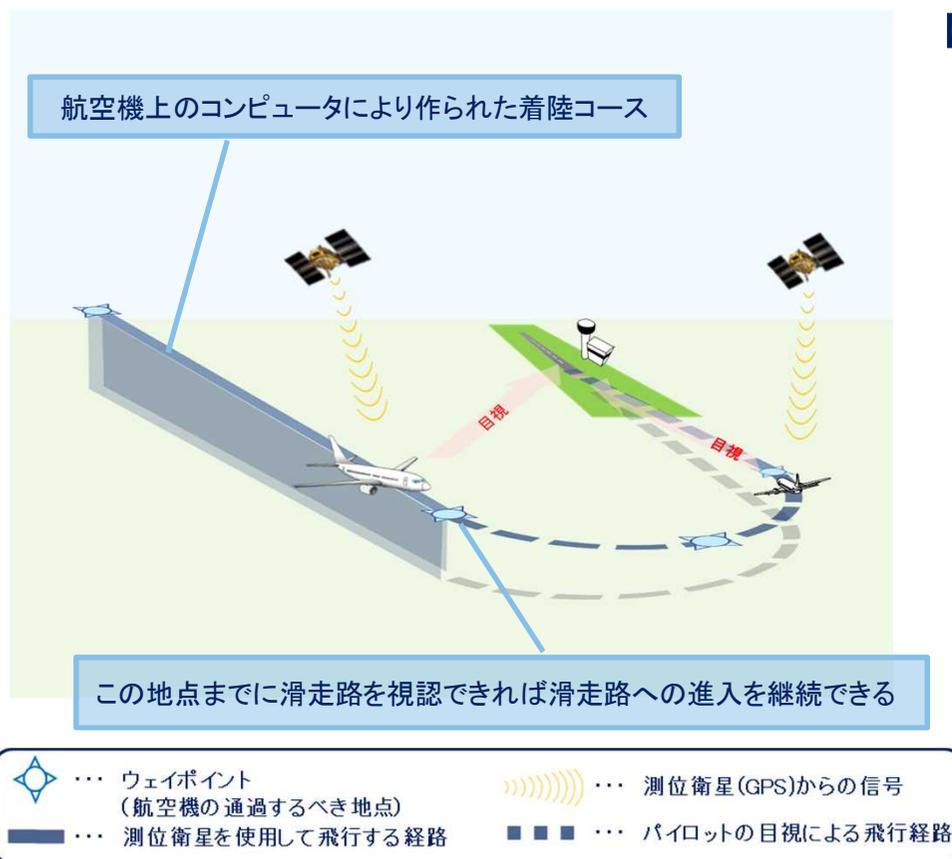
- ① 滑走路13Lに着陸するための進入方式。
- ② 他空港との経路の分離や陸域における環境への配慮から導入。
- ③ 本飛行方式に係る国際基準はなく、米国独自基準を設けて運用している。
- ④ RNP方式による進入開始後、空港からおよそ6KMの位置から着陸までの間は、パイロットの目視により飛行する。
- ⑤ 目視による飛行区間には、ウェイポイント (LEISA、SILJY、ROBJE、RW13L) が設定されている。
- ⑥ LEAD-IN LIGHT (灯火) が経路下に設置されており、目視による飛行を支援している。この灯火が1組でも消灯している場合には、着陸のための最低気象条件が厳しくなる。
- ⑦ 本飛行方式を用いた同時平行進入は行っていない。



➤ 我が国におけるRNP+WPガイダンス付き進入の基準策定の検討にあたり、ジョン・F・ケネディ空港で実際に運用されている飛行方式「RNAV(GPS) Z RWY13L」を参考とした項目

- ① 目視による飛行区間において、飛行経路の平準化のため、オートパイロットやフライトディレクターを使用することを想定している点
- ② 機上装置にデータベースが登録可能となるように、必要なデータを公示している点
- ③ 旋回角やウェイポイント(WP)間の長さの値

2. 暫定基準・モデル方式の作成(RNP+WP)



【検討の流れ】

- ① 海外状況に関する確認の結果から暫定基準を作成
- ② 暫定基準を基に、研究機関、運航者等と羽田空港に適したモデル方式(RNP+WPガイダンス付き)を検討
- ③ 航空局所有の簡易シミュレータ(機種:B737型機)を用いた事前検証の実施
- ④ 更なる研究機関・運航者等と意見交換を実施
- ⑤ モデル方式(RNP+WPガイダンス付き)の改良

➤ 作成したモデル方式を用いて、以下の項目に係る評価シミュレーションを実施

- 飛行の実現性
- 飛行の安定性 (スタビライズドアプローチの成否)
- 機体の安定性(旅客等の快適性)
- パイロットのワークロード
- 経路からの逸脱度合いやその頻度
- 関連規程との整合性

3. 基準評価シミュレーションの実施

【フルフライトシミュレータによる検証作業】

- 機種特性を考慮するため、全6機種(※1)について、延べ13日、49時間(※2)のフルフライトシミュレーションによる検証を実施。
 - ※1 A320、A350、B737、B767、B777、B787
 - ※2 各機種で約4時間×2回実施
- 研究機関・運航者等と意見交換を行い、検証の条件(検証飛行における環境等)を設定。

《風向風速》

無風状態、地上風(向かい風、横風、背風)、上空風(向かい風、横風、背風)の状況から、微風～強風までの条件を与え、複数ケースを設定

《目視による視認状況》

昼間時間帯及び夜間時間帯

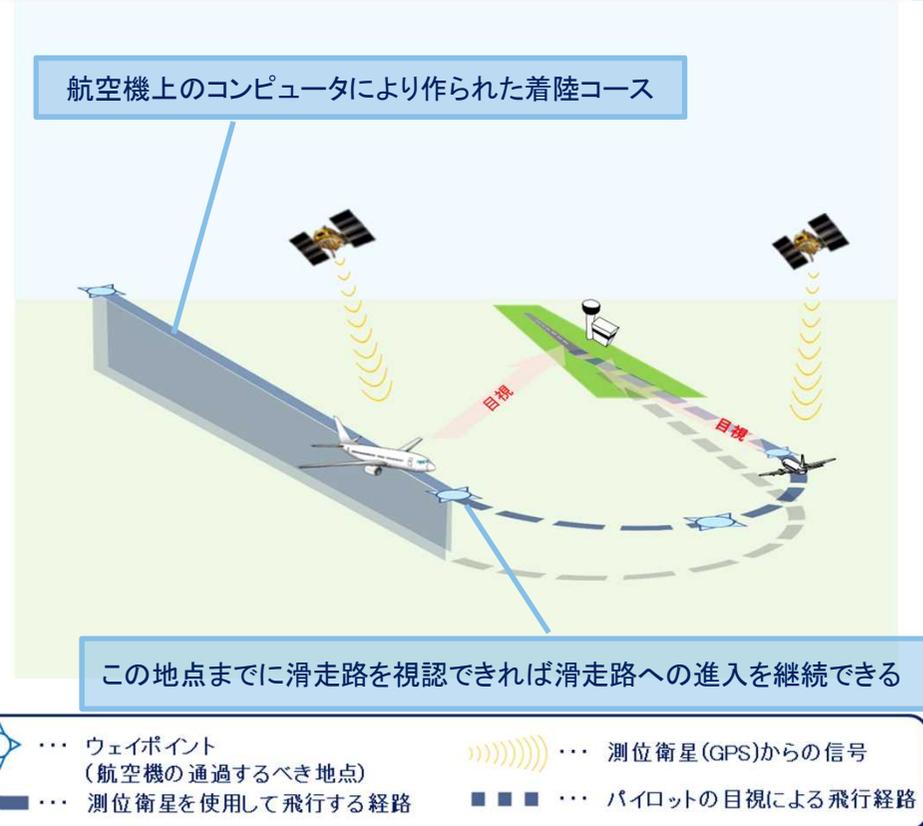
《地上気温》

標準大気(15℃)、夏場の高気温、冬場の低気温

《その他》

乱気流の発生、特定速度での進入、航空機重量(最大着陸重量の7割程度)等の様々な条件を設定

- 検証に参加したパイロットからヒアリングも実施し、フルフライトシミュレータによる検証結果について分析を実施。



4. 基準評価シミュレーションの検証結果

【検証結果】

- シミュレーションを実施した全機種について、全ての環境設定下での飛行が可能
- パイロットのワークロード軽減、並びに、経路からの乖離及び頻度を抑制するため必要となる操縦手法や航法ガイダンスを特定
LNAVをオートパイロット(AP)又はFlight Director(FD)で追従することが必須であり、パイロットのワークロード軽減のためVNAVの使用が望ましい。
- ウェイポイント(WP)間を旋回して飛行する際に留意すべき事項を確認
経路からの乖離及び頻度の抑制、パイロットのワークロード軽減並びに機体の安定性の観点から、ウェイポイント(WP)間の旋回飛行については、旋回経路(RFレグ)での設定が最適となる。
- スタビライズドアプローチについて、本邦社の社内規定を満足することを確認



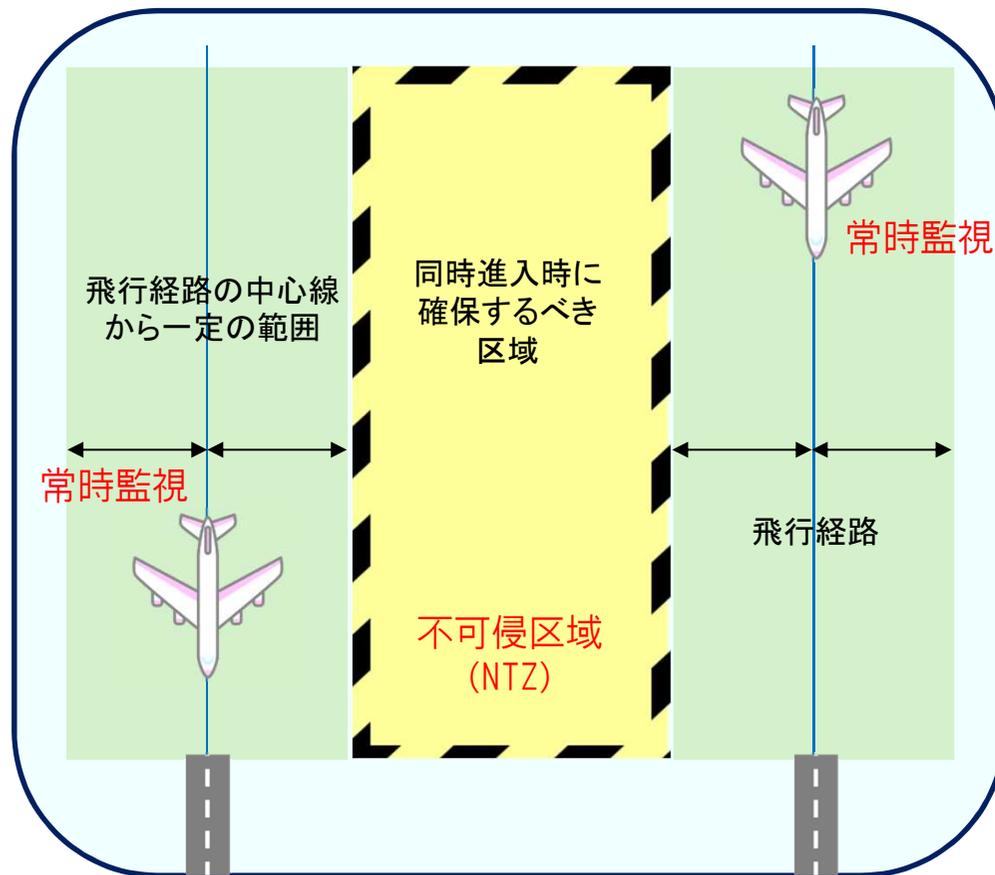
結論

検証を実施した様々な条件(環境設定)下において、モデル方式(RNP+WP)は、飛行方式単体としてフルフライトシミュレータにおいて飛行可能であることを確認した。

5. 同時運用を行うにあたって今後必要となる取組①

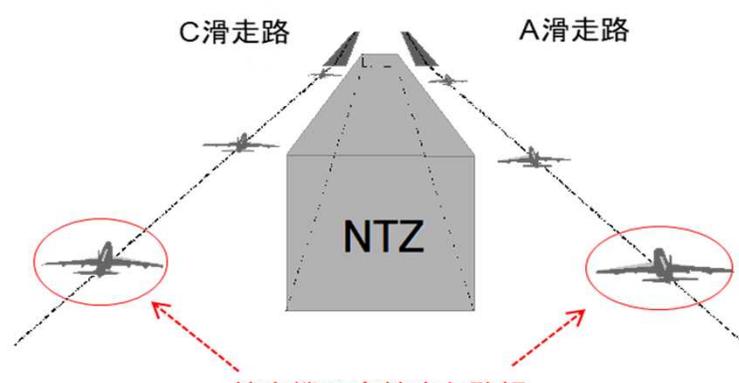
～同時進入時の安全間隔の考え方～

- 国際基準により、1310メートル以上離れた平行滑走路においては、両方の滑走路を同時に独立して離着陸に使用できることとなっている。《羽田空港の平行滑走路(A・C滑走路)の間隔は1700メートル》
- 加えて、それぞれの滑走路に独立して進入するためには、進入経路間に航空機が他の滑走路へ進入する航空機に影響を与えないための区域(不可侵区域:NTZ)を設け、この区域に侵入しないよう専門の管制官により常時監視を行うことで可能となる。



【NTZ 監視】
 2本の滑走路の中心に「NTZ※(不可侵区域)」を設定し、監視専用の管制卓により、進入する航空機をWAMIにより専門の管制官が常時監視する。

※羽田空港同時RNAV進入(A滑走路・C滑走路)に活用



航空機の高精度な監視

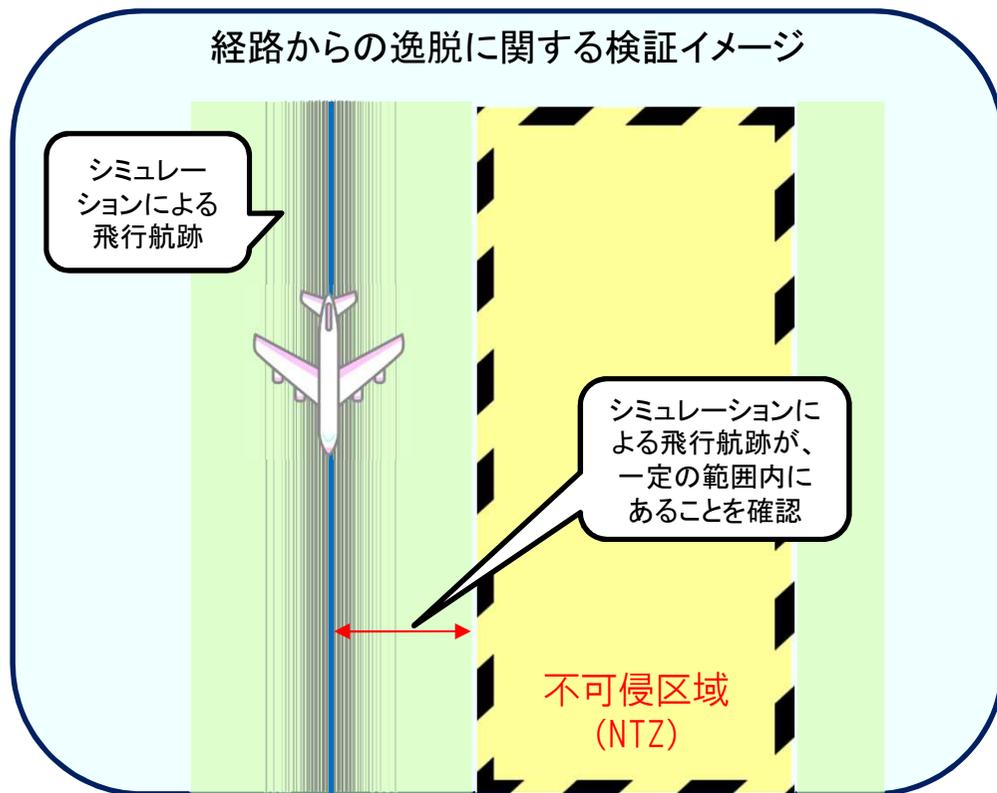
※ No Transgression Zone(不可侵区域)

WAM :航空機の位置情報を、より監視精度の高いレーダー(1秒間隔)を使用して、高精度に位置測位が可能となる。 7

5. 同時運用を行うにあたって今後必要となる取組②

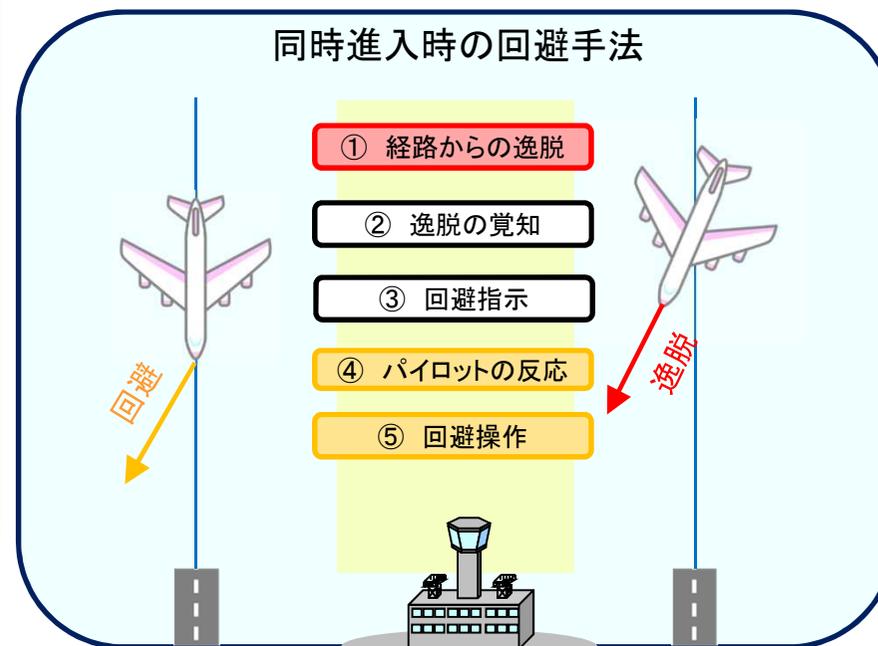
【経路からの逸脱に関する検証】

- 経路からの逸脱頻度及び逸脱量について、シミュレーションによりデータを取得し、同時運用時の監視部分について、飛行経路の中心線から一定の範囲内で飛行可能であるかどうかを評価



【同時運用の監視要件・方法等に関する検証】

- 同時運用を想定した際の、逸脱が発生するような運航が行われる場合のシナリオを検討
- 管制官の回避指示に対し、パイロットが反応し、回避操作を行うシミュレーションを実施
- シナリオ及びシミュレーション結果をもとに、ファストタイムシミュレーション※を行い、安全に運航できる水準であるかどうかを確認



※ ファストタイムシミュレーション・・・特定の目的を達成するため、想定される環境をシミュレーションにより模擬し、多くの回数の計算を行うことで安全度合を評価するもの。

5. 同時運用を行うにあたって今後必要となる取組③

【安全性評価(リスク管理)の実施】

- 飛行方式・同時運用方式の導入にあたり、関係者(航空局・運航者等)から構成される「安全性評価会」において、安全性に関する評価を実施する。

Safety Risk		Severity				
Probability		Catastrophic A	Hazardous B	Major C	Minor D	Negligible E
Frequent	5	5A	5B	5C	5D	5E
Occasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
Remote	3	3A	3B	3C	3D	3E
Improbable	2	2A	2B	2C	2D	2E
Extremely improbable	1	1A	1B	1C	1D	1E

*ICAO DOC9859 Safety Management Manualから抜粋

【運航者等との調整】

- 運航や航法データに携わる関係者による評価、検討を実施。
- 世界的に導入例の少ない飛行方式であることから、飛行の方法・航法データの作成方法等について、関係者間での認識の共通化を促進し、限りなく安全性の高い方法を検討する。

【基準の制定】

- シミュレーションや安全性評価の前提条件とした事項、リスク低減策として講じる措置等が的確に実施されるための、運航に関する基準や管制運用に関する基準等を策定する。

① ハザードの特定

運用上・運航上起こりうるリスク事象を検討し、特定

② リスク評価

特定されたリスクについて、その「発生確率」と発生した場合の「被害の重大度」を5段階で評価する。評価結果は、ハザードごとに「**受容可能**」、「**限定付き受容可能**」、「**受容不可**」の3段階で判定する。

③ リスク低減策の検討

リスク評価の結果、限定付き受容可能と判定されたハザードは、リスクが「合理的に実現可能な範囲でできるだけ低いレベル」に抑えられた状態とするための、リスク低減策の検討・実施をする。