

H25年度 通信アドホック会合報告(概要)

通信アドホック会合 ATM検討WG 報告書案 概要報告書

- 目次

- ① VDL運用要件の検討 ……3、4
- ② 通信品質に関する検証 ……5、6、7
- ③ 通信関連システムの総合的な整備計画の検討 ……8、9、10
- ④ 機上装置の動向調査 ……11
- ⑤ 導入コストの試算(概算額) ……12
- ⑥ 次年度以降の課題 ……13

H25年度 通信アドホックにおける検討課題

2013(H25)年度は2012(H24)年度の検討結果を踏まえ、ATM-WGにおいて行った2021(H33)年導入予定の管制サービスの具体的な運用要件及び導入時期等の検討結果を前提として、VDL-Mode2(AOA)-FANS-1/A+による陸域データリンク通信方式の運用要件、具体的な整備計画の検討、導入コストの試算等を行った。

(H25年度のATM-WG検討結果より)

■導入施策(管制サービス)

- ✓ OI-13: 継続的な上昇・下降の実現 ①
- ✓ OI-19: 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) ②
- ✓ OI-29-2: 陸域CPDLC
 - a. 通信移管指示 ③
 - b. DBC指定(SSRコードの指定) ④
 - c. マイクロフォンチェック ⑤
- ✓ OI-29-2: 陸域CPDLC
 - d. 経路変更指示 ⑥
 - e. 高度変更指示 ⑦
- OI-5: 高々度でのフリールーティング
- ✓ OI-16,18: CFDTによる時間管理 ⑧

■導入時期

✓ 2021(H33)年から段階的に導入

■導入空域

✓ 高々度空域及び一部の低高度空域から段階的に全国的に導入

(検討課題)

■具体的な整備計画の検討

- VDL運用要件
- 通信品質に関する検証
- 通信関連システムの総合的な整備計画の策定(整備運用形態を含む)
- 機上装置の動向調査

■導入コストの試算(概算額)

①VDL運用要件の検討(その1)



VDLによる管制通信の運用要件及び求められる通信品質(QoS)

○管制通信の運用要件

- ✓ タイムクリティカルでない状況下で使用する(ただし、音声通信の優先を妨げるものではない)

注意事項

データリンク通信を用いた運用施策の導入においては、管制卓で通信タイマー等により送達確認を行える仕組みが必要。また、運用者の判断による音声通信への切替を可能とすることが必要。

○求められる通信品質(QoS:Quality of Service) ※

- ✓ 陸域CPDLCに関する米国RTCA DO-290/欧州EUROCAE ED-120の規定等を準用

- ① Transaction Time(通信処理時間)のうち、DSPの通信システムにかかる伝送時間(往復)
> 95%以上の確率で通信が終了する時間:10秒(DSP)*

[*伝送時間の算出 (ハード部分全体:16秒)-(航空局システム:2秒)-(機上装置:4秒)=(DSP:10秒)]

- > 99.9%以上の確率で通信が終了する時間:12秒(DSP)**

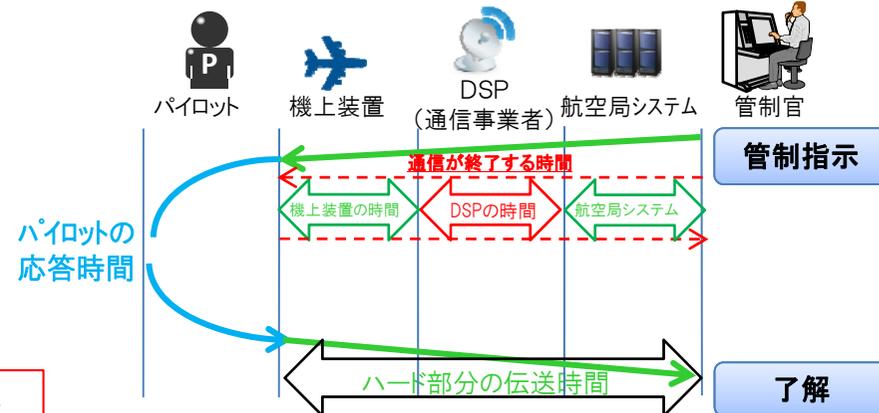
[**伝送時間の算出 (ハード部分全体:20秒)-(航空局システム:2秒)-(機上装置:6秒)=(DSP:12秒)]

- ② Availability(可用性)

> 通信システムの稼働率:0.995(DSP)

- ③ 計画外停止:

> 1回あたり6分以内、年40回以内、
年間累積240分以内、
通知遅延1回につき5分以内



※ 今後、ICAO国際基準化等の動きがあれば、適宜見直しを行うこととする。

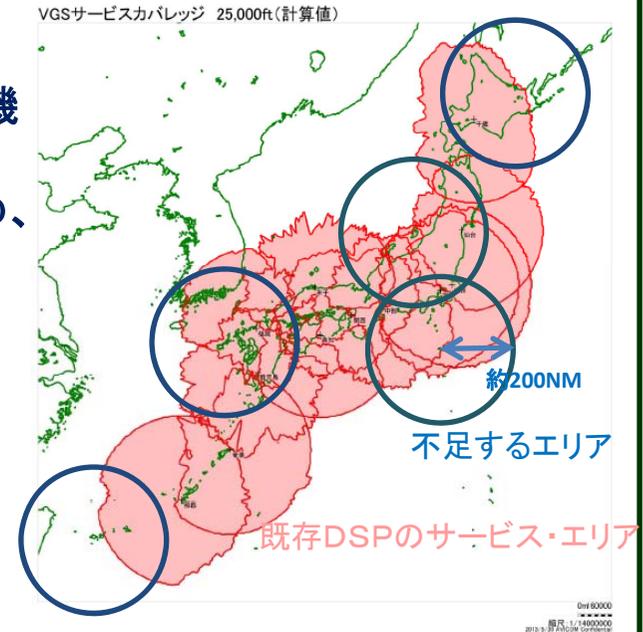
①VDL運用要件の検討(その2)



VDLサービスのカバレッジと施設の冗長性確保等

○カバレッジの確保

- ✓ 管制運用要件(国内レーダーカバレッジ内を飛行する航空機にサービスを提供)を考慮し、日本全国をカバーする必要
- ✓ 既存の通信事業者サービスではブラインドエリアがあるため、以下の5エリアを拡大(右図)
 - 新潟(日本海側)
 - 福江(A593)
 - 八丈島
 - 石垣西付近
 - 北海道北



○施設の冗長性確保(デュアル化)

- ✓ Availabilityを満足するための方策として、VGSは装置冗長・サイト冗長を行うこと、陸域データ中継配信装置及びセンターシステムはデュアル構成であることが必要。
- ✓ 陸域データ中継配信装置及びセンターシステムは、タイムクリティカルでない状況下で使用することからセンター冗長化は行わない
(タイムクリティカルな運用施策の導入検討時に再検討)

○ATC(管制通信)の優先処理

- ✓ データリンクは、管制通信(ATC)と運航通信(AOC)を1つの空中線で送受信するため、ATCが優先処理される機能が必要
- ✓ 現在のDSPシステムでは、ATCが優先処理される

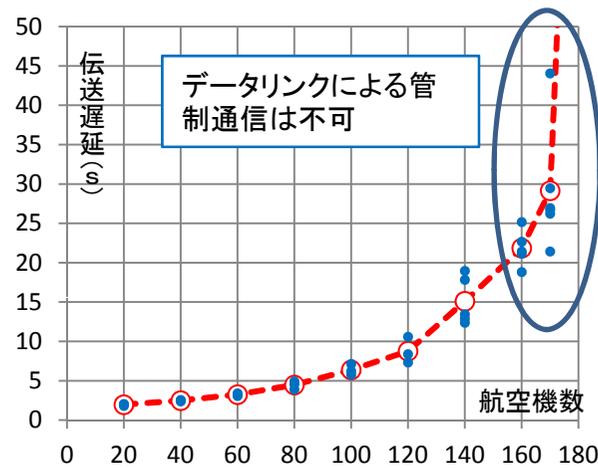
②通信品質に関する検証(その1)



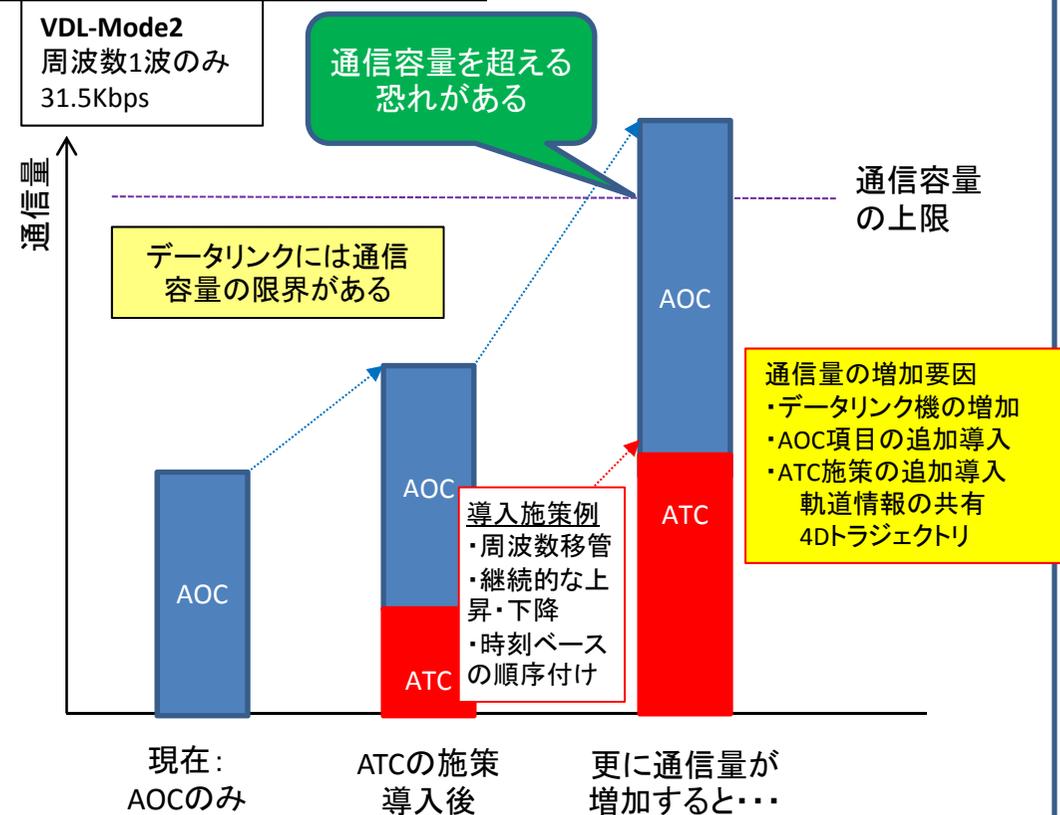
シミュレーションによる施策の導入検証(伝送時間:10秒(DSP))

データリンクは通信容量に上限がある。上限を超えた場合、輻輳状態となり、伝送遅延が急激に増加するため、通信容量を超えて施策を実施することはできない。またデータリンクは、管制通信(ATC)と運航通信(AOC)を1つの空中線で送受信するため、ATCとAOCを一体で扱う必要がある。

そのため、データリンクによる施策を導入するにあたり、事前に現状のAOCにATCを加えた通信量が通信容量の上限を超過しないことをシミュレーションにより確認する必要がある。



通信容量を超えるデータが生成されると、伝送遅延が著しく増加し、管制運用要件を満たしなくなるため、データリンクによる管制通信は不可となる。



②通信品質に関する検証(その2)

シミュレーションの前提

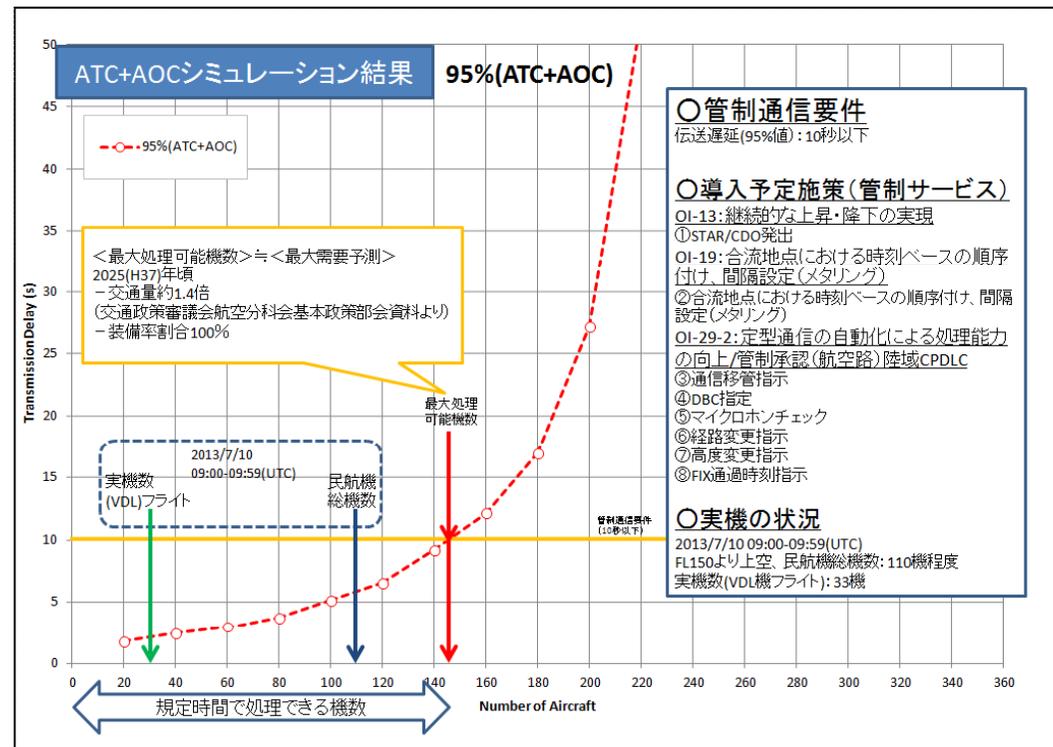
- 現在のAOC通信と導入予定施策のATC通信が混在して通信されることを想定してシミュレーションを実施
- データ通信量の最も多いエリアの空中線(2013年7月10日 9:00-9:59(UTC)の1時間における羽田を選択)において、年間、月間、日、曜日にバラツキがなく、典型的パターンの1日の最大通信量をモデルとした。

○パラメータ(通信間隔、データ長)

- ・現状のAOC通信量: 1機あたり 通信間隔 約509秒、データ長 2.15ブロック(2.15*220バイト)
- ・導入予定施策によるATC通信量: 1機あたり 通信間隔 約980秒、データ長 31.5バイト
- ・AOCとATCの通信量の合算値: 1機あたり 通信間隔 約336秒、データ長 321バイト

シミュレーションの結果

- ✓ 約150機で規定値の10秒(DSP)を超過することを確認
- ✓ なお、ATC通信はAOC通信より優先処理されるため、全体の伝送遅延はほぼAOC通信の遅延として現れる。
(AOC通信の遅延は1分程度までは許容され得る。)



②通信品質に関する検証(その3)



通信品質に関する検証結果(伝送時間:10秒(DSP))

○AOA導入判定

- ✓ 今年度導入意志決定予定の施策をデータリンクで行う場合、2025(H37)年頃は現在の実飛行機数である110機が1.4倍(※1)となり、装備率を100%と仮定すると150機程度となる。
- ✓ 遅延時間は10秒程度(ATC+AOC)となる。(現在のデータリンク対応機は、混雑時(今回のシミュレーション期間)において30数機程度)
- ✓ 今回導入予定の管制運用施策は、実際の通信を行う際には管制通信が優先されることからQoSに係る通信伝送速度は満足するものと思慮される

※1 「交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料」より

○POA導入判定

- ✓ 現在でも10秒(DSP)を超える遅延があることを確認
- ✓ 10秒(DSP)を超える遅延は、管制運用には不相当
- ✓ 従って、POAは、ATC通信には使用しないことが適当

注意事項

シミュレーションは理想環境で行っているものであり、外来波等の実環境を模擬したものではないことに注意が必要

通信品質に関する検証結果(Availability:0.995及び計画外停止)

○Availability

- ✓ 現在のDSP施設の運用実績2012(H24)年4月~2013(H25)年3月の1年間は0.99996であり、満足できる水準にあることを確認

○計画外停止

- ✓ 現在のDSP施設の運用実績(同上)によると規定値を満足していないが、2021(H33)年の運用開始までに、①送受信機のファームウェア交換、②DSP装置の状態監視・通知する仕組み構築、により、満足できる見込みであることを確認
- ✓ 運用開始前までに、これらの対処が確実に実施されたことを確認する必要がある

③通信関連システムの総合的な整備計画の検討(その1)

○VDL整備・運用形態(管制施設の整備・運用の主体)の検討

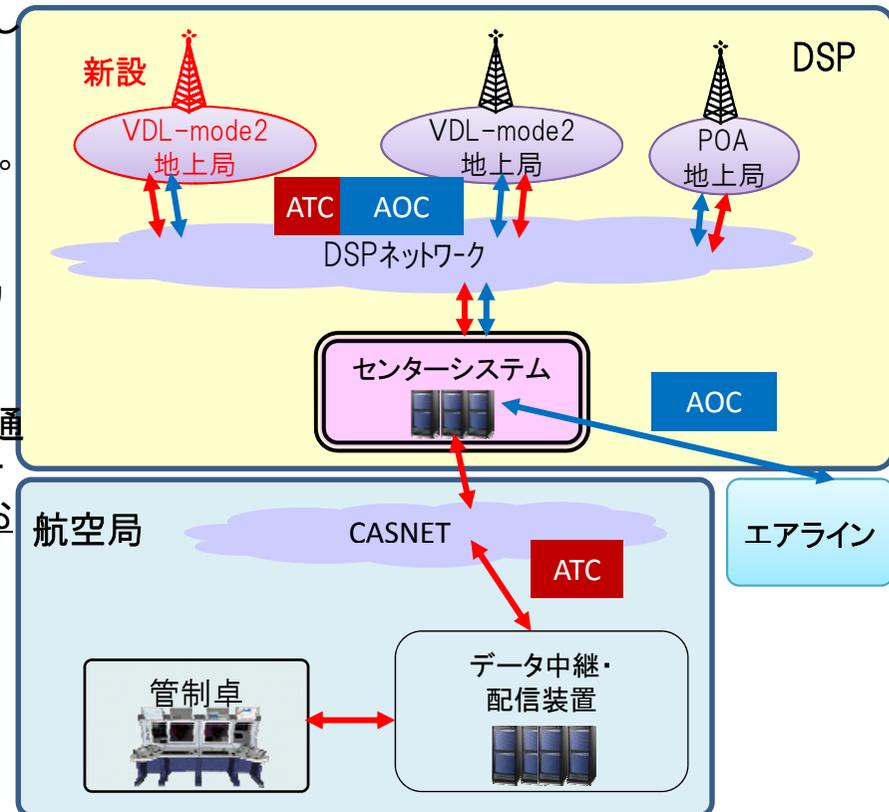
管制施設は、基本的に国自らが整備・運用をしているが、既存ストックの有効活用のため、導入予定時期において管制運用に必要な通信品質等を満足するDSPがある場合には、国による整備・運用とDSPが行うサービスの購入とを技術面、法制度面等から比較・検討を行った。

・VDLの場合、わが国では現在アビコム社がデータリンクサービスを(わが国ではアビコム社のみ電気通信事業者として総務省に届けられている)、ARINC社、SITA社の2社はローミングサービス(アビコム社と提携)としてAOCサービスを行っており、今後とも同様の形態が続くものと見込まれる。

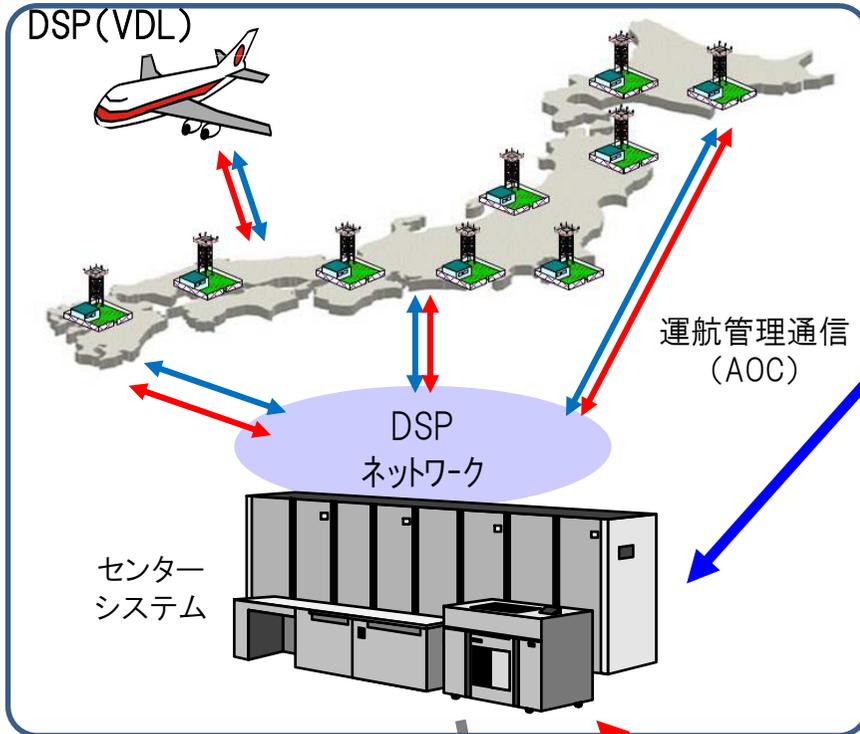
・技術面(ログオン処理・単一周波数・リンクコントロール・AOC分離等)、法制度面(電気通信事業法等)から、航空局自らがVDLを整備・運用することは困難である。

・これらDSPにおいては、わが国の管制運用要件に必要な通信品質(QoS)確保のためにブラインドエリアの解消、システムの冗長化等の整備が必要と考えられるが、管制運用における通信インフラとして利用できる可能性がある。

✓ 既存DSPにより通信品質(QoS)確保策等を実施(カバレッジの確保・デュアル化)した上で、管制通信データリンクサービスを受けることが適当



③通信関連システムの総合的な整備計画の検討(その2)

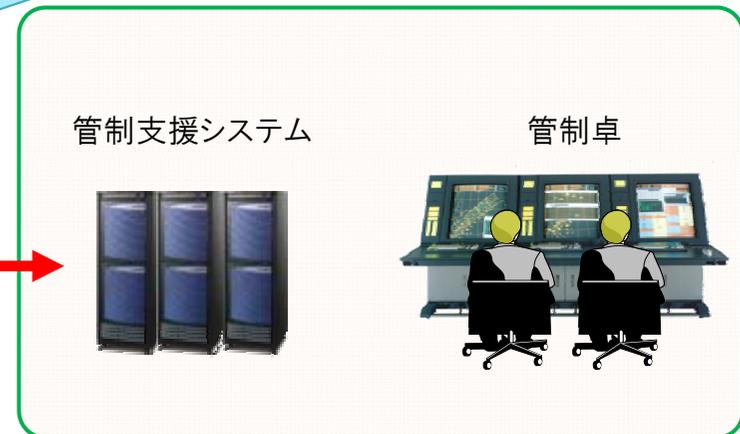
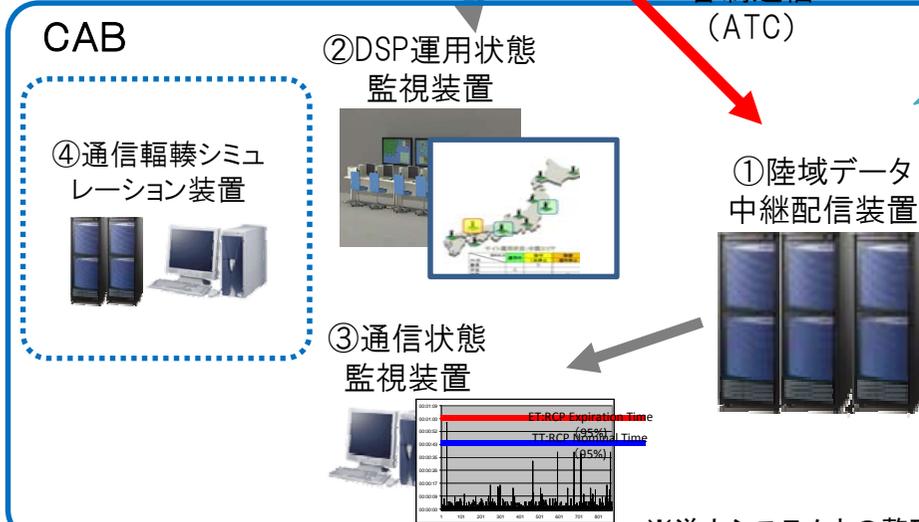


運航会社等



主な機能

- ①陸域データ中継配信装置
陸域CPDLCメッセージについてDSPと管制支援システムとの中継・配信を行う。
- ②DSP運用状態監視装置
DSPにおける各装置の運用状態を監視し、機器の正常/異常等について通知する。
- ③通信状態監視装置
VDLの運用、管理を行うために必要となる通信状態についてリアルタイムモニタを行う。
- ④通信輻輳シミュレーション装置
各種詳細パラメータを入力し、通信の輻輳についてシミュレーションを行う。



※洋上システムとの整理については今後検討

③通信関連システムの総合的な整備計画の検討(その3)



整備工程の概要

	2013 H25	2014 H26	2015 H27	2016 H28	2017 H29	2018 H30	2019 H31	2020 H32	2021 H33
管制 運用施策	◆ 意志決定	OI-13 OI-19 OI-29-2等							
VDL整備	◆ 意志決定	EN-14	導入準備・評価						
DSP	◆ 意志決定	DSP整備(予定)							
管制支援 システム	◆ 意志決定	EN-1	整備・評価						
空域再編	◆ 意志決定	OI-4	準備						

運用開始時期に合わせた整備を行うこととする

- VDLを用いた陸域CPDLCの運用開始時期は2021(H33)年度を予定
- 運用開始時期までに整備を完了する。
- 整備の詳細計画は2013(H25)年度の意志決定後2014(H26)年度より実施する予定である。
- 運用施策のロードマップはATM検討WGIにて作成。

④機上装置の動向調査



FANS-1/A+AOAに係る機上装置の装備状況

- ・本邦ALにおいては、現在、約2割が装備。今後、機材更新(B787・A350導入)に伴い増加傾向。
- ・2025(H37)年頃には、本邦・外国AL機の全体装備率は、4～5割程度(以上)に増加する見込み。

調査結果

	現在(2013.12)			将来予測(2025年頃(H37))*3			備考
	機数	装備機数	装備率	機数	装備機数	装備率	
本邦AL *1	550機 (保有機)	109機 (保有機)	20%	575機	282機	49%	2025年交通 需要予測 4.5%増
外国AL *2	771機 (飛来機)	86機 (飛来機)	11%	1,379機	399機～ 770機	29%～ 56%	2025年交通 需要予測 78.9%増
本邦・外国 ALの合計	1,321機	195機	15%	1,954機	681機～ 1,052機	35%～ 54%	

- *1 本邦AL 調査対象は、計14社(JAL,ANA,JTA,J-Air,Skymark,スターフライヤー,AIRDO,JAC,Vanilla-air,Solaseed Air,IBEX,FUJI dream airlines,NCA,Peach Aviation)。現在のデータは、H25.12現在の各社の保有機材を調査。
- *2 外国AL 調査対象は、福岡FIRにおける前述のシミュレーション対象日(2013.7.10)のフライトプランデータ実績により算出。
- *3 将来予測 将来の機数、装備機数の算出方法は、現在の機数に航空需要予測(第10回交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料)の中位ケース(2025年)の伸び率を乗じて算出。本邦ALの装備機数及び装備率についてはヒアリングによる装備機数を適用し、外国ALの装備機数及び装備率は、本邦AL装備率の伸び率(259%)から最大で500%まで上昇するものと想定して試算。

⑤導入コストの試算(概算額)



導入コストの試算(概算額)

総合見積もり

項目	内容	概算費用	参考(現在価値化 価格)	備考
整備費(百万円)				耐用年数14年
CAB整備	陸域データ中継配信装置 DSP運用状態監視装置 通信状態監視装置 通信負荷シミュレーション装置	小計		7年毎にハードリブ
DSP整備	VGSサイト拡大 デュアル化 空中線2重化	小計		
通信費(百万円)				14年分 装備率49%
DSP通信費用	Uplink Downlink	小計		
合計(百万円)		6,382.0	3,944.0	

(消費税は10%として計算)

- 航空局側で整備の必要なものについては、耐用年数が14年であるが、COTS品を利用するため7年毎にハードリブが必要
- DSPにおける通信単価の変更は無いものとして計算

⑥次年度以降の課題



次年度以降の検討課題

I 通信品質にかかる国際基準化動向の把握、反映

通信品質(QoS)にかかるICAO国際基準化等の国際動向を注視し、必要に応じて修正や変更などの見直し作業を行うこととする。

II 次年度以降意志決定予定の管制運用施策追加に関する検討(継続検討)

今度は今年度に意志決定予定の施策の導入可能性についてシミュレーション検証を行ったがデータリンクには通信容量に限界があることから、次年度以降導入を検討していく追加施策については、その都度、導入可能性についてシミュレーションを行い、導入の可否の検証、あるいは導入施策の優先順位付けについて検討を加える必要がある。

III 導入前評価・導入後評価を行うための装置詳細検討

今年度の導入意志決定後、航空局及びDSPにおいては、VDL-M2(AOA)-FANS1/A+の2021(H33)年運用開始に向けて関連施設の導入準備を進めていくこととなるが、その一環として、通信品質(QoS)の客観的・定量的な評価や継続的監視ができるよう、各種評価用装置等について、必要な機能・性能要件等を整理し、整備仕様等を策定していく必要がある。

IV 将来の通信システム(EN14,15)の検討

将来の交通量の増大や4D軌道ベース運用実現に向けて、更なる通信量の拡大が予想されることから、現在、ICAO等で検討が進められている「ATN-B2・既存VDLの第2周波数」、「将来の通信システム(AeroMACS、L-DACS)」の検討を行っていく必要がある。

平成 26 年 2 月 21 日
通信アドホック会合

1. 背景・目的

平成 24 年度においては、将来の陸域データリンク導入に向けて現実的な通信方式等の検討を行い、通信メディアとしては VDL-Mode2(AOA)、アプリケーションとしては FANS-1/A+ が最適であり、運用開始時期を 2021 年とするとの結論を得た。また、関連する管制サービス（関連 OI）の抽出及び導入時期について検討し、通信に関するロードマップを作成（改訂）した。

平成 25 年度は、平成 24 年度に改訂されたロードマップを踏まえ、ATM 検討 WG において関連する管制サービス（関連 OI）について具体的な運用要件及び導入判断時期／導入時期の検討を行うとともに、通信アドホックにおいては、VDL-Mode2(AOA)-FANS-1/A+による陸域データリンク通信方式の設定に係る実整備計画について検討を行うものである。

なお、ATM 検討 WG における本検討は、平成 25 年度が意志決定年次となっている陸域 CPDLC の導入検討を含み、平成 25 年 3 月開催の推進協議会において、今年度、重点的に取り組みを進める事項として位置付けられており、年度内に関係者の合意を得るべく、費用対効果を含めた総合的な検討を行うこととされているところである。

2. 通信アドホック会合開催状況

平成 25 年 9 月 24 日に第 1 回会合の開催後、平成 26 年 1 月 10 日の第 4 回会合まで計 4 回開催し、陸域で空地データリンク管制通信（CPDLC）の利用を想定した管制サービスについて VDL-Mode2(AOA)-FANS-1/A+の具体的な運用要件、導入時期、導入可能性、整備計画（運用形態含む）、機上装置の動向、導入コストの定量評価を行った。

3. 検討概要

I. メンバーの構成（資料 1）

- ・ 定期運送事業者
- ・ 通信事業者（DSP）
- ・ 研究機関
- ・ 航空機製造会社
- ・ 航空通信機器製造会社
- ・ 航空局 交通管制部
- ・ 事務局 管制技術課 航行支援技術高度化企画室

II. 検討の前提

今年度、ATM 検討 WG において行われた 2021 年導入予定の管制サービス（以下①～⑧）の具体的な運用要件及び導入時期等の検討結果を前提として検討を行った。

- ・ OI-13 継続的な上昇・下降の実現 ①
- ・ OI-19 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） ②
- ・ OI-29-2 陸域 CPDLC
 - a. 通信移管指示 ③
 - b. DBC 指定（SSR コードの指定） ④
 - c. マイクロフォンチェック ⑤
 - d. 経路変更指示（OI-5 高々度でのフリールーティング関連） ⑥
 - e. 高度変更指示（ // ） ⑦
- ・ OI-16,18 CFDT による時間管理 ⑧

⑥⑦⑧は今年度の検討で追加された管制サービス

III. 調査検討内容

① 管制サービスの具体的な運用要件等の確認 (資料-2-1,2)

ATM 検討 WG から具体的な管制サービス (上記Ⅱの①～⑧) の提案を受け、これらの運用要件、導入時期、導入空域等を確認した。

② VDL 運用要件の検討

VDL により管制通信 (ATC 通信) を行う際の運用要件について、次のとおり検討を行った。

1) 管制通信の運用要件

- ・タイムクリティカルでない状況下で使用する (ただし、音声通信の優先を妨げるものではない)。
- ・注意事項として、データリンク通信を用いた管制サービスの導入においては、管制卓で通信タイマー等により送達確認を行える仕組みが必要。また、運用者の判断による音声通信への切替えを可能とすることが必要。

2) 求められる通信品質: QoS (資料 3-1～3)

管制サービスの実施にあたり、求められる通信品質 (QoS: Quality of Service) について、ICAO 基準 (GOLD) 及び欧米の現行基準を参考として検討を行った。

なお、現在 ICAO 基準は審議中であり、今後、審議動向の注視が必要。

※今後、ICAO 基準等の動向に動きがあれば、適宜見直しを行うこととする。

i. DSP(VDL)に係る RCTP (Required Communication Technical Performance)

【図-1】

(ア) GOLD (ICAO)、DO-290 (RTCA)、ED-120 (EUROCAE) の TT (Transaction Time) 値に係る規定を準用し 10 秒 (95% 値) とした (規定では、ATSU と CSP の合算値が 12 秒)

[伝送時間の算出: (ハード部分全体: 16 秒) - (ATSU: 2 秒) - (機上装置: 4 秒) = (DSP: 10 秒)]

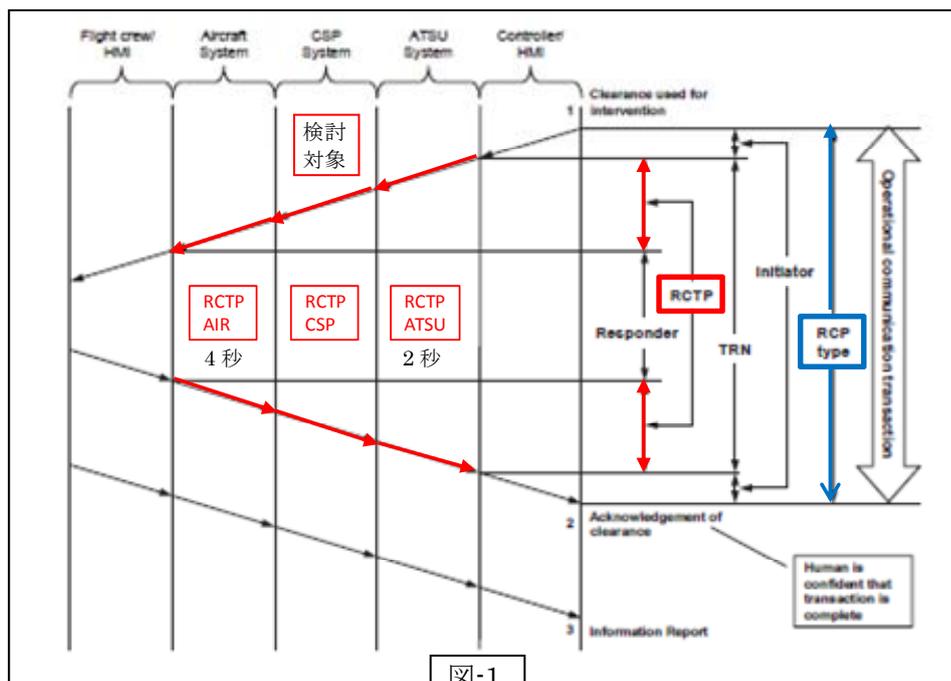


図-1

- ii. アベイラビリティ（可用性）
 - (ア)0.995（DSP）
- iii. 停止に関わる時間
 - (ア) 1回あたりの停止時間：6分
 - (イ) 計画外停止の最大数：40回
 - (ウ) 最大累積刑確定し時間：240分
 - (エ) 計画外停止の通知遅延：5分

3) VDL サービスのカバレッジと施設の冗長性確保等 **（資料 3-4～5）**

管制運用に用いる観点から、カバレッジの確保、施設の冗長性確保（デュアル化）、に関して検討を行った。

- i. カバレッジ
 - (ア) 国内レーダーカバレッジ内を飛行する航空機に管制サービスを提供することを考慮し、次の地域にエリアの拡大が必要である
 - 新潟（日本海側）、福江（A593）、八丈島、北海道北、石垣西付近
- ii. デュアル化
 - (ア) アベイラビリティを満足するための方策として、VGS（送受信装置、サイト）においては装置冗長・サイト冗長によるデュアル化を行う
 - (イ) DSP におけるセンターシステム及び航空局における装置のデュアル化は行うがタイムクリティカルでない状況下で使用することから2拠点化（センター冗長）は行わない

4) ATC 通信の優先処理 **（資料 4）**

- i. FANS-1/A+における ATC 通信の優先処理機能の確認

管制運用要件に必要な、ATC 通信の優先処理機能について、その機能を有することの確認を行った

 - (ア) データリンクは、ATC 通信と運航管理通信（AOC 通信）を1つの空中線で送受信するため、ATC 通信が優先処理される機能が必要
 - (イ) 現在の DSP システムでは、ATC 通信が優先処理される

5) 導入判断時期（意志決定年次）・導入時期

ロードマップを踏まえた、導入時期、意志決定年次について検討を行った。
2021年（導入時期、意志決定年時について変更は無い）

③ 通信品質（QoS）に関する検証（伝送時間：10秒（DSP））

シミュレーションによる管制サービスの導入可能性検証

- ・データリンクは通信容量に上限があり、上限を超えた場合、輻輳状態となり、伝送遅延が急激に増加するため、通信容量を超えて管制サービスを実施することはできない。
 - ・またデータリンクは、ATC 通信と AOC 通信を1つの空中線で送受信するため、ATC と AOC を一体で扱う必要がある。
 - ・そのため、データリンクによる管制サービスを導入するにあたり、事前に現状の AOC に ATC を加えた通信量が将来導入後に通信容量の上限を超過しないことをシミュレーションにより確認する必要がある。
- 1) 管制サービスの実施により発生するデータリンクの発生頻度、データ量の算出
管制サービスを実施するにあたって、利用の可否について要件を定め、シミュレーションを行った。

シミュレーションの前提とシミュレーションに用いたパラメータ（通信間隔、データ長）は、次のとおり想定した。

<シミュレーションの前提>

- 現在の AOC 通信と導入予定の ATC 通信が混在して通信されることを想定。
- データ通信量の最も多いエリアの空中線において、年間、月間、日、曜日にバラツキがなく、典型的パターンでの 1 日の最大通信量をモデルとした。
(2013 年 7 月 10 日 9:00-9:59 (UTC) の 1 時間における羽田を選択)

<パラメータ値 (AOC+ATC 通信量) >

	1 機あたり (通信間隔)	(データ長)
-現状の AOC 通信量	: 約 509 秒	2.15 ブロック(2.15×220 バイト)
-導入予定の ATC 通信量	: 約 980 秒	31.5 バイト
-AOC と ATC の通信量の合算値	: 約 336 秒	321 バイト

【詳細内容：パラメータ値の算出方法】

上記のパラメータ (AOC+ATC 通信量) 値の算出方法は、次のとおり。

- 管制サービスのデータリンク数カウントの考え方 (資料 5-1)
各管制サービスにおいてそれぞれ生成するデータリンクの送信間隔 (送信タイミング) について整理し、デイプランから、生成されるであろうアップリンクデータの発生頻度およびデータ量について想定を行った。
 - シミュレーション対象日時及び空域 (セクター) の設定 (資料 5-2,3)
 - 対象日時の設定 (特別でない日の確認)
 - 対象 VGS の特定 (最大負荷の VGS を選定)
 - 空域は羽田から 200NM で FL150 より上空を航行中の VFR を除いた民間航空機
 - 装備率は 100%を想定
 - 対象日時における ATC 通信データの発生頻度・量の算出
 - ATC 通信データ発生の方
 - ▶ 周波数移管 (資料 5-4)
 - ▶ 周波数移管以外の管制サービス (資料 5-5)
 - ▶ ATC 全体 (資料 5-6)
 - 利用データは飛行データ (RDP データ) 及び Dayplan データ (FDP データ) ・ともに非公開
 - 現時点での AOC 通信におけるデータの発生頻度、データ量の解析
 - AOA データ発生頻度・量算出の考え方及び算出 (資料 5-7~9)
 - POA 通信におけるデータ発生頻度・量算出の考え方及び算出 (資料 5-10~12)
 - DSP より提供されたデータを利用
 - 現時点での ATC+AOC データの考え方及び算出 (資料 5-13)
- 2) シミュレーション結果
- 上記 i から v を踏まえたシミュレーションを行い通信遅延に関わる検討を行った。
- Uplink
ATC+AOC 通信 (AOA) でのシミュレーション (資料 6-1) 【図-2】
 - AOC 通信も含めた VDL 全体での遅延のシミュレーション
 - ▶ 遅延時間は 150 機程度で規定値の 10 秒 (DSP) を超過する
 - ▶ ATC 通信が優先されるため、AOC 通信に於いては、遅延量の増大が発生する
 - ▶ シミュレーション時間帯内における、現在の飛行中の航空機数は約 110 機程度が飛行しており、仮に全機体が VDL 通信を行ったとしても遅延時間は 10 秒以内に収まっている
 - ▶ 航空需要予測 (※1) より 2025 年の航空交通量は現在の約 1.4 倍とな

り、装備率が 100%と仮定すると、150 機程度となる。これは通信の遅延時間が 10 秒程度になる。

- 今回導入予定の管制サービスは、実際の通信を行う際には ATC 通信が優先されることから規定の通信伝送時間を満足するものと思慮される

※ 1 交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料

(イ) AOC 通信における遅延の許容

AOC 通信における遅延の許容時間はエアラインヒアリングより 1 分以内

- 今回のシミュレーションでは AOC も含めて 10 秒程度となっていることから AOC 通信に於いても影響は無いと思慮される

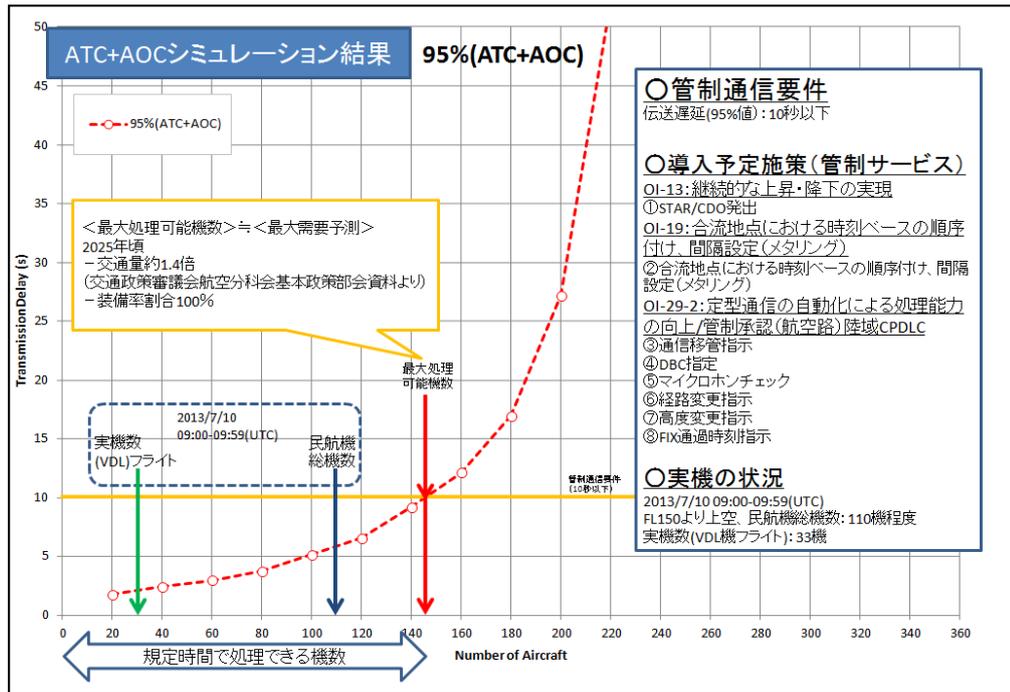


図-2

ii. POA 通信でのシミュレーション (AOC の現状) (資料 6-2)

(ア) ATC 通信追加の可能性を図るため、現状の POA 通信量でのシミュレーション

- 遅延時間は 30 機弱で 10 秒を超過する
- 航空機数は現状で 20~22 機存在するため、新たな ATC 通信の POA での導入は遅延時間が 10 秒を超過する可能性が高い。
- 10 秒を超える遅延は管制通信に適さないことから POA を用いた新たな ATC 通信の導入は困難と思慮される。

iii. Downlink

H21 年度の「VDL モード 2 と VHF ACARS の通信性能比較 (ENRI)」の研究結果により通信量による遅延の影響が少ないことを確認した。従って、Uplink に遅延が無ければ Downlink も遅延の影響は無いと判断し、シミュレーションは省略した(資料 6-3)

- ④ 通信品質 (QoS) に関する検証 (アベイラビリティ及び停止に関わる時間)
DSP システムについて、アベイラビリティと停止に関わる時間の規定値を満足できるか現行システムの運用実績から導入可能性検証を行った (資料 7)

	(求められる通信品質)	(DSP 運用実績)
1) アベイラビリティ	: 0.995	→ 0.999
2) 停止に関わる時間		
▶ 1 回あたりの停止時間	: 6 分	→ 1 ヶ月あたりの停止時間 6 分~76.7 分
▶ 計画外停止の最大数	: 40 回	→ 障害回数 76 回/年
▶ 最大累積計画停止時間	: 240 分	→ 停止延べ時間 243.5 分/年
▶ 計画外停止の通知遅延	: 5 分	→ 通知のための仕組みが必要
3) 検証の結果、現時点では満足しない。しかしながら障害の原因は判明しており、現在対処中であることから、これら障害が発生しなかったと仮定すると満足する。従って、管制サービスを開始する 2021 年までには満足するものと思慮される。		

- ⑤ 通信関連 EN の総合的な整備計画の検討

- 1) 機上装置の動向調査
本邦 14 社の装備状況や整備計画についてヒアリングにより調査を行った
 - i. 本邦航空会社の導入状況 (資料 8-1)
 - ▶ 旧型機から新型機への機材更新により装備率は向上する
 - ▶ 一部の航空会社は今後導入・更新予定の機材は対応機の予定である
 - ii. AirBUS 社 ロードマップ (資料 8-2)
 - ▶ A330,340,380,350 は標準装備 (A320 はオプション)
 - iii. Boeing 社 ロードマップ (資料 8-3)
 - ▶ B787 は標準装備
- 2) VDL 整備計画の検討
 - i. 管制支援システムの導入計画について確認を行った
 - ii. 空域再編計画について確認を行った
 - iii. VDL 整備・運用形態 (管制施設の整備・運用主体) (資料 9-1~2)
 - (ア) 欧米における DSP について、運用主体と管理体制について調査を行った
 - (イ) 我が国における DSP の運用主体について技術面、法制度面から検討を行い次の解を得た
 - ▶ 既存の DSP よりサービスの提供を受けることが現実的
 - ▶ 既存の DSP では、不足する QoS やカバレッジがあることから、機器改修、デュアル化、カバレッジの拡大が必要である
 - iv. システム構成 (資料 9-3)
 - (ア) 我が国でデータリンクを行うに必要な装置・機器等について検討を行い、次なる装置等が必要とされた
 - ▶ 陸域データ中継配信装置
 - ▶ DSP 運用状態監視装置
 - ▶ 通信状態監視装置
 - ▶ 通信輻輳シミュレーション装置

- ⑥ 導入コストの定量評価

上記⑤2) iii、iv で想定する整備形態による整備費用及び運用費用の概算算出 (資料 10-1~3)

- 1) 装備率の想定
 - i. 本邦航空会社に将来予測についてヒアリングを行い本邦機の機数について推定

を行った

- ii. 交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料による将来の航空需要予測より海外機も含めた機数について推定を行い、また、それら機数に対する装備率についても推定を行った
 - iii. 2025年度におけるVDL/M2(AOA)-FANS-1/A+対応機は、
 - ・ 本邦機：282機、装備率49%（2012→2025年の伸び率259%）と推定
 - ・ 海外機：399機、装備率28.9%と推定（本邦機と同じ装備率の伸びと仮定）
 - ・ 海外機については、本邦機と同様の装備率49%程度まで増加する場合も想定し、最大で伸び率500%増(770機)となる推定値まで幅を持って計算を行った
- 2) DSP運用経費（CAB算出）
- i. DSPにおける整備・運用経費について検討を行った
 - DSPの整備費（カバレッジ拡大・デュアル化）については、外部費用と整理され、導入コスト計上は不要とされた
 - 通信費については、シミュレーションで検討したデータ発生間隔、生成データ長に基づき、2021年から2035年までの14年分の通信量について、航空需要予測の伸び率を1.4倍、装備率を49%と仮定して算出し、それに現在の通信料単価を乗じて算出を行った
- 3) 航空局側に必要な装置
- i. 航空局において必要となる装置等について検討を行った
 - 想定される整備・運用形態に基づき、航空局側に必要となる装置等について検討を行い、概算額の試算を行った
 - 陸域データ中継配信装置についてはCOTS（汎用品）のため7年毎にハードリプレイスが必要である
- 4) 導入コストの算出（概算額）
- i. 航空局とDSPにおける整備費および運用経費(通信費)の合計額を算出した
 - ii. 算出額に対しては、ATM検討WGで費用対効果分析を行うため、現在価値換算（社会的割引率を考慮し、将来の費用について現在価値化）を行った

4. 調査検討結果（まとめ）

I. VDL運用要件

- ① 管制通信の運用要件
 - 1) タイムクリティカルでない状況下で使用する（ただし、音声通信の優先を妨げるものではない）。
 - 2) 注意事項として、管制卓で通信タイマー等により送達確認を行える仕組みが必要。
また、運用者の判断による音声通信への切替えを可能とすることが必要。
- ② 求められる通信品質（QoS）
 - 1) DSPに係るRCTP（Required Communication Technical Performance）
通信処理時間（Transaction Time）のうちDSPの通信システムに係る伝送時間：95%以上の確率で通信が終了する時間（往復）：10秒（DSP）
 - 2) アベイラビリティ
-通信システムの稼働時間：0.995（DSP）
 - 3) 計画外停止：
-1回あたり6分以内、年40回以内
-年間累積240分以内
-通知遅延1回につき5分以内
- ③ カバレッジの確保
以下の5エリアを拡大
-新潟（日本海側）、福江（A593）、八丈島、石垣西付近、北海道北
- ④ 施設の冗長性確保（デュアル化）

- 1) VGS (送受信装置、サイト) は装置冗長・サイト冗長によるデュアル化
- 2) DSP のセンターシステム及び航空局のシステムのデュアル化は行うが2拠点化 (センター冗長) は行わない (タイムクリティカルな管制サービスの導入検討時には再検討)
- ⑤ ATC 通信の優先処理
ATC 通信が AOC 通信より優先処理されることが必要 (現行システムは対応可)
- ⑥ 導入判断時期 (意志決定)・導入時期
当初の予定と変更無し

II. 通信品質に関する検証

- ① 伝送時間：10 秒 (DSP) - シミュレーションによる管制サービスの導入検証 (資料 7)
管制サービスについては、AOA で導入可能と判定出来ると思慮される
POA は通信能力から困難とされた (現在行っている DCL 運用には引き続き使用)
- ② アベイラビリティ：0.995 (DSP) - 現行 DSP システムの運用実績より検証
2012.4-2013.3 の1年間の実績は 0.999 であり、満足できる水準にあることを確認
- ③ 停止に関わる時間 - 現行 DSP システムの運用実績より検証
2012.4-2013.3 の1年間の実績によると規定値を満足していないが、2021 年の運用開始までに、①送受信機のファームウェア交換、②DSP 装置の状態監視・通知する仕組み構築、により満足できる見込みであることを確認した
運用開始までに、これらの対処が確実に実施されたことを確認する必要がある

III. 総合的な整備計画の検討

- ① VDL 整備・運用形態 (管制施設の整備・運用主体)
既存 DSP により通信品質 (QoS) 確保策等を実施 (カバレッジの確保、デュアル化) した上で、通信データリンクサービスを受けることが適当とされた。
- ② システム構成 (資料 9-3)
通信データリンクサービスを受ける上で、航空局に関連機器 (陸域データ中継配信装置、DSP 運用状態監視装置、通信状態監視装置、通信輻輳シミュレーション装置など) の導入が必要とされた。
- ③ 整備工程の概要 (資料 11)
2021 年の管制サービス、管制支援システム、空域再編の運用開始時期に合わせて整備を行うことを確認した。

IV. 機上装置の動向調査【表-1】

- ① VDL/M2(AOA)-FANS-1/A+に係る機上装置の装備状況 (資料 8-1、10-1)
 - 1) 本邦航空会社においては、現在約 2 割が装備。今後、機材更新 (B787、A350 導入) に伴い増加する傾向。
 - 2) 2025 年頃には、本邦・外国航空機の全体装備率は、4～5 割程度 (以上) に増加する見込み。

	現在 (2013.12)			将来予測 (2025年頃)*3			備考
	機数	装備機数	装備率	機数	装備機数	装備率	
本邦AL *1	550機 (保有機)	109機 (保有機)	20%	575機	282機	49%	2025年交通 需要予測 4.5%増
外国AL *2	771機 (飛来機)	86機 (飛来機)	11%	1,379機	399機～ 770機	29%～ 56%	2025年交通 需要予測 78.9%増
本邦・外国 ALの合計	1,321機	195機	15%	1,954機	681機～ 1,052機	35%～ 54%	

*1 本邦AL 調査対象は、計14社 (JAL,ANA,JTA,J-Air,Skymark,スターフライヤー,AIRDO,JAC,Vanilla-air,Solaseed Air,IBEX,FUJI dream airlines,NCA,Peach Aviation)。現在のデータは、H25.12現在の各社の保有機材を調査。

*2 外国AL 調査対象は、福岡FIRにおける前述のシミュレーション対象日 (2013.7.10) のフライトブランドデータ実績により算出。

*3 将来予測 将来の機数、装備機数の算出方法は、現在の機数に航空需要予測 (第10回交通政策審議会航空分科会基本政策部会資料) の中位ケース (2025年) の伸び率を乗じて算出。本邦ALの装備機数及び装備率についてはヒアリングによる装備機数を適用し、外国ALの装備機数及び装備率は、本邦AL装備率の伸び率 (259%) から最大で500%まで上昇するものと想定して試算。

V. 導入コストの試算（概算額）

導入に係る概算費用は約 64 億円（現在価値換算すると約 40 億円）と試算された。

5. 注意事項（シミュレーション結果の取扱いについて）

本件で行ったシミュレーションは実環境を模擬したものでは無いことに注意が必要である。

実環境に於いては、空電などの外来電波が発生することからシミュレーション結果に比べて著しく性能が劣化（遅延や輻輳が発生）する可能性がある。この場合データリンク通信としては失敗（不通）となる。

6. 次年度以降の検討課題

I. 通信品質にかかる国際基準化動向の把握、反映

通信品質（QoS）にかかる ICAO 国際基準化等の国際動向を注視し、必要に応じて修正や変更などの見直し作業を行うこととする

II. 次年度以降意志決定予定の追加管制サービスに関する検討（継続検討）

今年度に意志決定予定の管制サービスの導入可能性についてシミュレーション検証を行ったがデータリンクには通信容量に限界があることから、次年度以降導入を検討していく追加管制サービスについては、その都度、導入可能性についてシミュレーションを行い、導入の可否の検証、あるいは管制サービスの優先順位付けについて検討を加える必要がある。

III. 導入前評価・導入後評価を行うための装置詳細検討

今年度の導入意志決定後、航空局及び DSP においては、VDL-M2(AOA)-FANS-1/A+ の 2021 年運用開始に向けて関連施設の導入準備を進めていくこととなるが、その一環として、通信品質（QoS）の客観的・定量的な評価や継続的監視ができるよう、各種評価用装置等について、必要な機能・性能要件等を整理し、整備仕様等を策定していく必要がある。

IV. 将来の通信システム（EN14,15）の検討

将来の交通量増大や 4D 軌道ベース運用実現に向けて、更なる通信量の拡大が予想されることから、現在、ICAO 等で検討が進められている「ATN-B2・既存 VDL の第 2 周波数」、「将来の通信システム（AeroMACS、L-DACS）」の検討を行っていく必要がある。

7. 添付資料

- 資料 1 : 通信アドホックメンバー一覧
- 資料 2-1 : 国内 CPDLC の対応について
- 資料 2-2 : 航空路空域におけるデータリンク導入項目及びスケジュール (案)
- 資料 3-1 : 通信品質 (QoS) について
- 資料 3-2 : RCP 概念
- 資料 3-3 : DO290(ED120)抜粋
- 資料 3-4 : 管制運用上必要とするサイト
- 資料 3-5 : 冗長化の考え方
- 資料 4 : ATC 通信の優先処理について
- 資料 5-1 : 導入予定施策とデータリンク数カウントの考え方
- 資料 5-2 : 空中線毎負荷グラフ
- 資料 5-3 : RCAG 現況図
- 資料 5-4 : ATC (周波数移管) シミュレーションパラメータについて
- 資料 5-5 : FDP データの解析について
- 資料 5-6 : 新規追加施策の導入に関する ATCOnly シミュレーションパラメータについて
- 資料 5-7 : AOC シミュレーションパラメータについて
- 資料 5-8 : HND_VGS 通信メッセージ長分布
- 資料 5-9 : HND Logon 機数
- 資料 5-10 : POA シミュレーションパラメーターについて
- 資料 5-11 : 日本 AIP Mode2 搭載機
- 資料 5-12 : HND POA 通信メッセージ長
- 資料 5-13 : 詳細追加施策の導入に関する ATC+AOC シミュレーションパラメータについて
- 資料 6-1 : ATC+AOC シミュレーション結果
- 資料 6-2 : POA シミュレーション結果
- 資料 6-3 : VHF ACARS の通信比較
- 資料 7 : 信頼性管理履歴 VGS
- 資料 8-1 : 本邦主要運航会社の機材搭載状況
- 資料 8-2 : AirBUS Roadmap
- 資料 8-3 : Boeing Roadmap
- 資料 9-1 : 欧米の VDL 運用主体と維持管理
- 資料 9-2 : 日本における VDL 運用主体と維持管理
- 資料 9-3 : VDL データリンク構成イメージ (DSP VDL)
- 資料 10-1 : 装備率予測
- 資料 10-2-1 : CPDLC の導入によるデータ発生量 Uplink
- 資料 10-2-2 : CPDLC の導入によるデータ発生量 Downlink
- 資料 10-3 : 整備費・運用経費の概算
- 資料 11 : 具体的な整備計画

通信アドホックメンバー一覧

H26/1/22 時点

資料1

氏名(順不同、敬称略)	所属
赤木 宣道	日本航空株式会社 運航部 運航基準グループ マネージャー
安田 晃久	日本航空株式会社 運航部 航路グループ アシスタントマネージャー
高濱 裕久	日本航空株式会社 運航技術部 企画基準グループ
伊藤 直史	株式会社JALエンジニアリング 技術部 電装技術グループ
保理江 裕己	ANA OSC品質推進室 フライトオペレーション推進部 運用技術T
山中 将史	ANA OSC品質推進室 フライトオペレーション推進部 運用技術T
田村 知紀	ANA 整備センター 技術部 電装技術T
大矢 伸一	ANA 整備センター 技術部 電装技術T
長井 丈宣	ANA オペレーションサポートセンター品質推進室 品質企画部
片山 泰治	株式会社スターフライヤー 運航本部 運航基準部 部長
大室 崇雄	株式会社スターフライヤー 運航本部 運航基準部 主任
井手 英介	株式会社スターフライヤー 運航本部 運航技術部 主任
吉原 香織	株式会社スターフライヤー 運航本部 運航技術部
五味 崇	日本貨物航空株式会社 運航本部 運航基準部 運航技術チーム チームリーダー
高橋 道春	スカイマーク株式会社 空港管理部 運航業務課
伊藤 紀悦	スカイマーク株式会社 空港管理部 運航業務課
松尾 大輔	スカイマーク株式会社 技術部 運航技術課
鈴木 健之	スカイマーク株式会社 空港管理部 運航業務課
仙波 寛正	スカイマーク株式会社 空港管理部 運航業務課
川本 和弘 川崎 智和	IBEX Airlines 安全品質管理課(FOQA)・運航企画室運航部 運航企画課
佐藤 邦夫	株式会社フジドリームエアラインズ 運航担当役員付 担当部長
住谷 泰人	独立行政法人電子航法研究所 監視通信領域 主幹研究員
森岡 和行	独立行政法人電子航法研究所 監視通信領域 研究員
渡辺 俊陽	NTTデータ 第一公共システム事業部 第一システム統括部開発担当(ANS)
堀越 貴之	沖電気工業株式会社 社会システム事業本部 交通防災システム事業部 システム1部 課長
石川 和典	NEC電波応用事業部 航空システム部
田村 雅之	NEC電波応用事業部 航空システム部
石川 和広	NEC航空宇宙システム株式会社 防衛航空システム事業部
小池 和世	NEC航空交通ソリューション事業部
吉田 宏昭	NEC航空交通ソリューション事業部
桐山 勉	日本無線株式会社 ソリューション技術部 レーダシステムグループ 課長
湯浅 隆弘	三菱航空機(株) 技術本部 第1設計部 電装設計グループ 主席チーム統括
田中 正史	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 部長
大串 盛尚	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 部次長
清水 啓介	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 部次長
山田 伸一	航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官

通信アドホックメンバー一覧

H26/1/22 時点

資料1

氏名(順不同、敬称略)	所属	
井部 夏樹	航空局 交通管制部 交通管制企画課 調査官	
横川 寧伴	航空局 交通管制部 交通管制企画課 企画第三係長	
上田 哲也	航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室 調査官	
児嶋 朗	航空局 交通管制部 交通管制企画課 管制情報処理システム室 調査官	
原田 隆幸	航空局 交通管制部 管制課 調査官	
濱畑 嘉亨	航空局 交通管制部 管制課 調査官	
白崎 裕康	航空局 交通管制部 運用課 調査官	
高橋 秀治	航空局 交通管制部 管制技術課 技術管理センター 次席技術管理航空管制技術官	
石毛 克行	航空局 交通管制部 管制技術課 技術管理センター 主幹技術管理航空管制技術官	
井ノ江 芳之	航空局 交通管制部 管制技術課 技術管理センター 技術管理航空管制技術官	
事務局	井上 浩樹	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 調査官
	若松 裕史	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 調査官
	河太 宏史	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 係長
	保坂 達也	航空局 交通管制部 管制技術課 航行支援技術高度化企画室 係員
五嶋 茂夫	航空保安無線システム協会	
大友 憲治	航空保安無線システム協会	
石井 秀幸	航空保安無線システム協会	
角田 勝治	航空保安無線システム協会	
堤 崇弘	航空保安無線システム協会	
片岡 久志	航空保安無線システム協会	
宝川 修	三菱総合研究所 公共ソリューション本部 航空・運輸グループ グループリーダー	
桑島 功	三菱総合研究所 公共ソリューション本部 航空・運輸グループ 研究員	
寺澤 憲人	三菱総合研究所 公共ソリューション本部 航空・運輸グループ 研究員	
備考		

国内 CPDLC への対応について

平成 33 年から支援システムの高度化と航空路空域の上下分離などを想定し、国内データリンクの導入項目を検討してきた。現時点で導入を想定する項目（具体的な管制指示）を以下のとおりとする。なお、今後の検討においては、2 項に掲げる留意事項を含め、関連 EN の検討と適宜情報を共有しつつ、詳細検討を行う。

1. 導入検討項目

【平成 25 年度 施策導入意志決定に係る事項】

0I-13：継続的な上昇・降下の実現

①STAR/CDO 発出（STAR 承認と 0I-13 の継続的な降下について）

対象（到着）空港、導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、指定する航空機に対して、経路承認として UPLINK

0I-19：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）

②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）

対象（到着）空港、導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、「空港到着予定時刻及び想定飛行距離、進入順位」又は「ターミナル移管 FIX の通過予定時刻及び想定飛行距離、通過順位」を、一定の条件で航空機に UPLINK

0I-29-2：定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認(航空路)陸域 CPDLC

③通信移管指示

システムハンドオフや洋上空域出域（レーダーサービス終了）時に通信移管指示を UPLINK

④DBC 指定

洋上空域出域時に DBC2000 を UPLINK

⑤マイクロホンチェック ※スタックボタンの注意喚起

指定する航空機に対して、“CHECK STUCK MICROPHONE” を UPLINK

⑥経路変更指示

導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、航空機からの要求に対する経路承認、管制官からの交通流を考慮した直行 FIX 又は経路変更に係る指示を UPLINK

⑦高度変更指示

導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、航空機からの要求に対する高度変更、管制官からの交通流を考慮した高度変更に係る指示を UPLINK

【その他 施策導入予定事項】

0I-5：高高度でのフリールーティング

上記⑥のうち、「航空機からの要求に対する経路承認」を実施

0I-16：軌道情報を用いた複数地点における CFDT による時間管理の高度化0I-18：初期的 CFDT による時間管理（FIX 通過時刻指示）

⑧ATMC から指示される CFDT を UPLINK

（ただし、航空機側が UNABLE と返信した場合は、VOICE に移行）

イ. その他

- データリンクを実施する場合、タイムクリティカルではない状況下において実施することとし、データリンクが可能な状況下においても、VOICE による指示を優先する場合がある。
- 対象（到着）空港、導入空域（高度含む）については、データリンクが可能な覆域を考慮し、公示方法を検討する。

2. 今後の検討における留意点等

- 導入可能なメッセージは全て実施するという想定で検討。
- 実施空域と非実施空域の区別は、運航乗務員が容易に判別しやすいことを留意。
（1フライトにおいて実施空域と非実施空域を頻繁に出入りするような実施は避ける）
- 上昇・降下中などコックピット内でヘッドダウンが必要な状況下の導入は慎重な判断が必要。
- より導入効果が高いと思われる CDO などの導入促進を検討。
- 容量増加に繋がるよう導入方法（適用空域・項目）の精査が必要。
- 高高度における UPR+DARP の早期導入も検討。
- 当面の間、義務化については慎重な判断が必要。

航空路空域におけるデータリンク導入項目及びスケジュール(案)

資料2-2

導入時期	平成33年(2021)頃～	平成38年(2026)頃～	平成39年(2027)以降
空域再編実施状況(想定)	※国内空域一部(①)において上下分離を想定	※国内全空域(①、②)において上下分離を想定	
適用空域区分	※上下分離空域において試行運用開始	※国内全空域への運用拡大	※使用メッセージの拡大
①高高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
	・経路変更指示(UPR+DARPの段階的導入を含む OI-5)		
	・高度変更指示		
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)		
	・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)(OI-19: 動的を含む。)		
			・速度調整
①低高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
	・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)		
		・経路変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・経路変更指示
		・高度変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・高度変更指示
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)		
	・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)(OI-19: 動的を含む。)		
			・速度調整
②高高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
		・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)	
		・経路変更指示 (UPR+DARPの段階的導入を含む OI-5)	
	・高度変更指示		
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)		
	・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)(OI-19: 動的)		
			・速度調整
②低高度(※)	・通信移管指示		
	・DBC指定		
	・マイクロフォンチェック		
		・STAR/CDO(深夜時間帯)発出(OI-13)	
		・経路変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・経路変更指示
		・高度変更指示(運用上メッセージ限定、詳細は別途)	・高度変更指示
	・FIX通過時刻指示(OI-16, 18)		
	・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)(OI-19: 動的を含む。)		
			・速度調整

※ OI名の記載がない項目は全てOI-29-2関連
 ※ 覆域を考慮した実施セクター等検討必要

 上下分離実施空域

通信品質 (QoS) について

データリンク通信を行うにあたって、管制要件に必要とされる通信品質 (QoS : Quality of Service) 設定する必要がある。

設定するにあたって次の文書を準用する

- ・ RTCA DO290
- ・ EUROCAE ED120
- ・ 旧 GOLD RCP150

準用するにあたって、RCP はレスポonder (パイロット等の人的要因) の要件を含むことから RCP としての準用は行わず、機械的な通信に関わる部分 (RCTP : Required Communication Technical Performance) 及び継続率に関する部分のみを準用する。

レスポonderを含む RCP の検討は管制運用要件となることから別途検討を行う。

RCTP の考え方

DO290,ED120,GOLD RCP150 のいずれの場合も、TRN (通信時間) からレスポonderの時間を除いた RCTP は同じである。

従って、本 RCTP を準用する

また、継続率に於いても、ハードウェアの信頼性であることから、同様に継続率を準用することとする。

ドキュメントにおける RCTP

ET 値(Expiration time) : 99.9% 14Sec

TT 値(Nominal time) : 95 % 12Sec

シミュレーションを行うにあたって、トランザクションタイムは DSP と ATSU との合算値であるため、ATSU が処理する時間 (2 秒を想定) を除いた値を DSP が保証すべき通信完了時間とする。

シミュレーション上でのトランザクションタイム

ET 値 99.9% 12 秒

TT 値 95 % 10 秒

計画外停止

1 回あたりの停止 : 6 分

年間発生回数 : 40 回

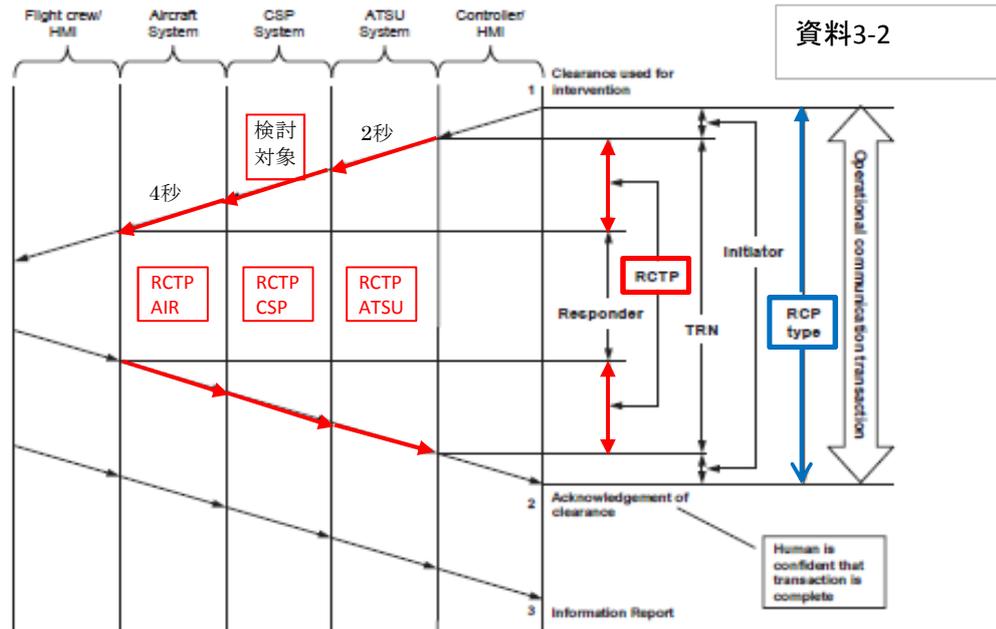
年間延べ時間 : 240 分

通知時間 : 5 分

アベイラビリティ

0.995

RCP概念



RCP150

	ATSU		CSP		AIR	
	ET(sec) 99.9%	TT(sec) 95%	ET(sec) 99.9%	TT(sec) 95%	ET(sec) 99.9%	TT(sec) 95%
Transavtion time	150	80	150	80	-	-
Initiator	30	20	30	20	-	-
TRN	120	60	120	60	100	44
Responder	100	44	100	44	-	-
RTCP	20	16	20	16	-	-
RTCP ()	14(+csp)	12(+CSP)	14(+ANSP)	12(+ANSP)	6	4
Avalability		0.9995		0.995		0.994
Unplan outage duration limit		6min/time		6min/time		
maximum number		40time		40time		
maximum accumulate time		240min/yr		240min/yr		
notification delay		5min/time		5min/time		
Integrity		10e(-5)		contract		10e(-5)

RCP400(洋上管制の例)

参考	ATSU		CSP		AIR	
	ET(sec) 99.9%	TT(sec) 95%	ET(sec) 99.9%	TT(sec) 95%	ET(sec) 99.9%	TT(sec) 95%
Transavtion time	400	350				
Initiator	30	30			30	30
TRN	370	320				
Responder	60	60			60	60
RTCP	310	260				
RTCP ()	15	10	280	240	15	10
Avalability		0.999		0.999		
Unplan outage duration limit				20		
maximum number				24		
maximum accumulate time				520		
notification delay				10		
Integrity						

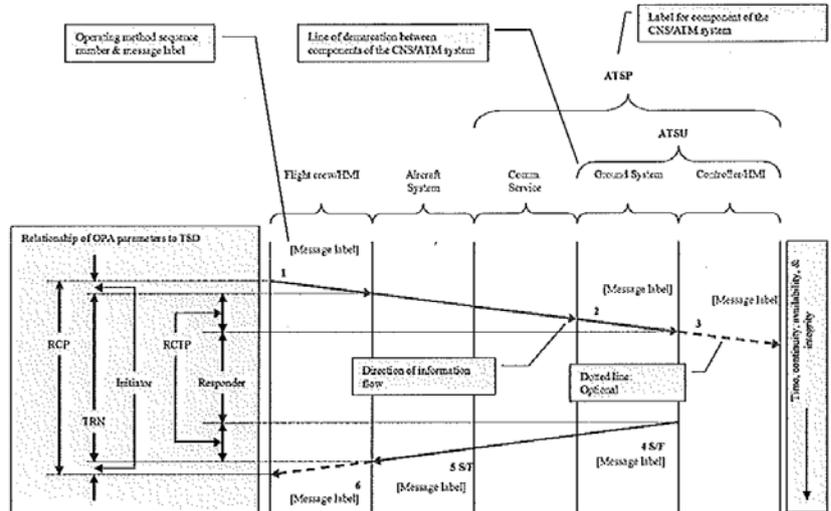


Figure 1-3: Description of time sequence diagram for an operational communication transaction

1.4.3.2.3

Abnormal events

This section provides a table indicating abnormal events for each step in the operating method as applicable. Table 1-4 provides a description of the abnormal events table.

Table 1-4: Description of abnormal events table

Abnormal Event Reference #	Abnormal Event	Operational Result	Operating Method Reference
Reference takes the form: AE-[Serv]-[#] Where: AE = abnormal event [Serv] specifies the applicable service name [#] is a unique integer assigned to each abnormal event.	Describes the abnormal event.	Describes the operational result of the abnormal event. <i>Note: Some abnormal events have no operational results.</i>	Indicates which table(s) and step(s) within the indicated table(s) where the abnormal event could occur.

Table 5-21: ACM performance requirements

Service	ACM					
Notes	<p><i>Note 1: The performance requirements are applicable to all of the ACM service.</i></p> <p><i>Note 2: In ARR/DEP and TMA environments, operational replies need to be returned earlier than during the En-Route or Aerodrome phase of the flight, as the number of situations that would be judged non-time critical in the terminal area is fewer. Although Arr/Dep and TMA environments are workload intensive with more priority placed on aviating and navigating, the flight crew is very attentive to instructions or clearances from the controller and does not in general initiate requests.</i></p> <p><i>Note 3: The values for ET and TT(95) for TMA, ARR/DEP, and Aerodrome environments are target values based on operational expectations. States intending to implement data link services in these environments may need to adjust these values through a coordinated requirements determination process to update this standard.</i></p> <p><i>Note 4: Values for these parameters are to be specified by each state.</i></p> <p><i>Note 5: The allocations for C, A(USE), A(Provision), and I, may need to be adjusted as further validation is necessary.</i></p> <p><i>Note 6: A(PROVISION) is a requirement for the ATSP. Allocation is not necessary since the requirement is not shared.</i></p>					
Parameter	ET	TT(95)	C	A(USE)	A(PROVISION)	I
Source	O	O	QOPL _{UIT}	QOPL _{LOCF}	QOPL _{LOS}	QSPL _{UCT}
RCP _{ER}	See Note 4	See Note 4	0.99	0.993	0.999	10 ⁻⁵
RCP _{TMA}	See Note 4	See Note 4	0.99	0.993	0.999	10 ⁻⁵
RCP _{ARR/DEP}	See Note 4	See Note 4	0.99	0.993	0.999	10 ⁻⁵
RCP _{Aerodrome}	See Note 4	See Note 4	0.99	0.993	0.999	10 ⁻⁵
RCP Allocations						
Initiator	See Note 4	See Note 4	See Note 4	See Note 5	See Note 5	See Note 5
TRN _{ER}	120	60	0.99	0.993	See Note 6	10 ⁻⁵
TRN _{TMA}	45 See Note 3	30 See Note 3	0.99	0.993	See Note 6	10 ⁻⁵
TRN _{ARR/DEP}	45 See Note 3	30 See Note 3	0.99	0.993	See Note 6	10 ⁻⁵
TRN _{Aerodrome}	120 See Note 3	60 See Note 3	0.99	0.993	See Note 6	10 ⁻⁵

Table 5-21: ACM performance requirements (continued)

Service	ACM					
TRN Allocations						
Responder _{ER}	100	44	0.995	See Note 5	See Note 5	See Note 5
Responder _{TMA}	25 See Note 3	14 See Note 3	0.995	See Note 5	See Note 5	See Note 5
Responder _{ARR/DEP}	25 See Note 3	14 See Note 3	0.995	See Note 5	See Note 5	See Note 5
Responder _{Aerodrome}	100 See Note 3	44 See Note 3	0.995	See Note 5	See Note 5	See Note 5
RCTP	20	16	0.995	0.993	See Note 5	10 ⁻⁵

5.2 ATC clearance (ACL) service

5.2.1 ACL service description

The ACL service shall be provided and used in accordance with the service description provided herein (ACL-DLIC-1).

The ACL service supports operational communication between the flight crew and the controller of the Current Data Authority (CDA) ATSU. The ACL service may be initiated by either the controller or the flight crew.

The ACL service may be offered in all phases of flight operation.

ACL can be initiated after the completion of the ACM service.

Figure 5-10 provides an overview of the ACL service.

管制運用上必要とするサイト

国内レーダーカバレッジ内を飛行する航空機へのデータリンクに係るサービス提供として、交通量及び航空路等の運用を考慮し、次の場所へ整備することを提案したい。

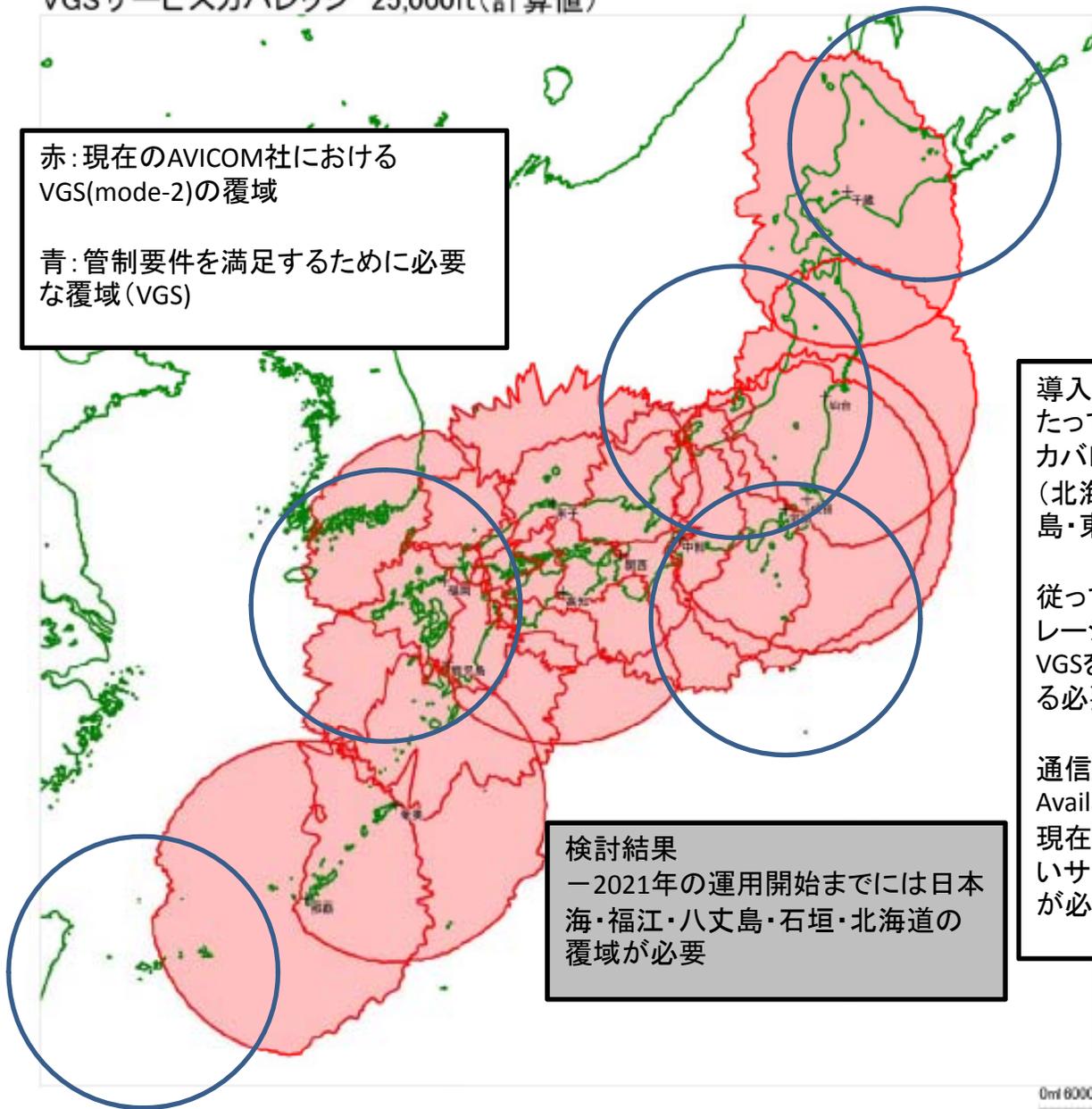
運用上必要なサイト

- ☆新潟(日本海側)
- ☆福江(A593)
- ☆八丈島
- ☆石垣
- ☆北海道

VGSサービスカバレッジ 25,000ft(計算値)

赤:現在のAVICOM社における
VGS(mode-2)の覆域

青:管制要件を満足するために必要
な覆域(VGS)



導入予定の施策を行うにあたって、現在のAVICOM社のカバレッジでは不足がある(北海道北部・日本海・八丈島・東シナ海・石垣西部)

従って、不足しているカバレッジにおいては、新たにVGSを設置し、覆域を満足する必要がある

通信機器においては、Availability確保の観点から現在デュアル化されていないサイトにおいてデュアル化が必要である

検討結果
—2021年の運用開始までには日本海・福江・八丈島・石垣・北海道の覆域が必要

平成 25 年 12 月 16 日

冗長化の考え方

1. 背景

管制通信を行うにあたって、利用する通信設備については、アベイラビリティの確保のため冗長化（バックアップ設備）が必要となる

現在、管制通信を行うにあたっては、音声通信も含め、全てバックアップ設備（冗長化）を備えている。

今回、VDL による CPDLC(管制通信)を行うにあたって、DSP 及び ATSU における冗長化について検討を行う必要がある。

冗長化においては、同一機器を 2 台以上設置するデュアル方式と内部的にはシングルであるが同一施設を近傍に設置するサイト冗長の方法があるが、検討に於いては、どちらも有効であり、以下デュアル化と称する。

2. 検討内容

- (1) DSP における送受信局のデュアル化
- (2) DSP における通信回線のデュアル化
- (3) DSP におけるセンターシステムのデュアル化
- (4) ATSU における陸域データ中継・配信装置（仮称）のデュアル化
- (5) ATSU における管制支援システムのデュアル化

3. 検討案

- (1) DSP における送受信局のデュアル化
 - ・ AVICOM 殿の提案により全 VGS はデュアル化を行うため問題無し
- (2) DSP における通信回線のデュアル化
 - ・ AVICOM 殿では、現在デュアル化が行われているため問題無し
- (3) DSP におけるセンターシステムのデュアル化
 - ・ AVICOM 殿のセンターシステムは現在国内のデータセンタ（仮称）に 1 施設あるのみ
 - ・ データセンターは、建物そのものは耐震性に優れており、かつ電源設備に於いても冗長化がされていることから、設置場所の問題無し
 - ・ センターシステムそのものも内部的にデュアル化していることから問題は無く、バックアップセンターは不要であると整理する。
- (4) ATSU における陸域データ中継・配信装置（仮称）のデュアル化
 - ・ 耐震性に優れ、電源設備も充実した建物に設置する
 - ・ 内部的にデュアル化した装置を構築するため問題無し

(5) ATSU における管制支援システムのデュアル化

- ・ 耐震性に優れ、電源設備も充実した建物に設置する
- ・ 内部的にデュアル化した装置かつ地理的冗長構成のため問題無し

ATC通信の優先処理について

ACARS (VDL も含む)における ATC メッセージの優先処理は以下のとおりとなっている。

1. 機上装置(CMU)・・・DOWNLINK

(1) ACARS メッセージ優先順位(ARINC619 Table 11-1C Priority Indexing)

16 段階の優先順位があり、数字が少ないほど優先順位が高く、主なものは以下のとおりである。尚、レベル 1~4 は規定されたもので航空会社では変更不可となっており、5,8 等は航空会社にて、別途、設定可能なものとなっている。

- 1.....緊急メッセージ(ハイジャック報)
- 2.....ATC メッセージ
- 3.....ADS メッセージ
- 4.....AFN メッセージ
- 5.....AOC メッセージ
- 8.....AAC メッセージ

・AOCに比べてタイムクリティカルであるATCを先に処理する機能は必要である
 ・AVICOM社のセンターシステムでは、UplinkすべきATC及びAOCのデータが同時に到着した場合ATCデータを先に送信する機能がある。

(2) 機上装置内メッセージ優先順位(ARINC619 Table 11-1D Default Priority Coding)

16 段階の優先順位があり、数字が少ないほど優先順位が高く、主なものは以下のとおりである。尚、本レベルは規定されたもので航空会社では変更不可なものである。

- 4.....FMC メッセージ
- 5.....SDU メッセージ
- 9.....CFDIU メッセージ

2. 地上装置(AVICOM システム)・・・UPLINK

(1) ACARS メッセージ優先順位

10 段階の優先順位があり、数字が少ないほど優先順位が高く、主なものは以下のとおりである。尚、本レベルは AVICOM システムでの優先順位設定である。

- 1.....エッセンシャル・メッセージ(UTC 時刻更新)
- 2.....ATC メッセージ
- 5.....AOC メッセージ

(2) ATCメッセージがAOCメッセージより優先順位を高い設定で、さらに、そのATCメッセージ内でもラベル単位(DCL,CPDLC等のラベル単位)に優先順位を設定できる。

(3) UPLINK 制御はセンターシステムで行っていて、VGS サイトにおいてメッセージのキューイングは行っていない。

(4) VGS サイトでは POA より精度の高いキャリアセンス制御を行っている。

(例えば、成田空港においては空中線を第一ターミナルと第2ターミナルに設置し、各空中線はキャリアセンスを行いながら、同時に動作している)

(5) ダブルカバレッジを行う場合、成田空港の第一ターミナルと第2ターミナルでのハンドオフやGSIFの通信状況を確認する限り、ハンドオフやGSIFなどの増加による電波環境が悪化は軽微と考えられる。

以上

導入予定施策とデータリンク数カウントの考え方
シミュレーション実施用資料

資料 5-1

導入予定施策が提案されたが、各施策に於いてそれぞれ生成するデータリンクの送信間隔（送信タイミング）について以下のとおり整理した。

本整理により、デイプラン上生成されるであろうアップリンクデータの発生頻度について以下のとおり想定した

導入施策及び概要	施策の内容	データ生成の考え方	データ生成時間（タイミング）の想定	備考
OI-13：継続的な上昇・降下の実現				
①STAR/CDO 発出（STAR 承認と OI-13 の継続的な降下について）	対象（到着）空港、導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、指定する航空機に対して、経路承認として UPLINK	原則として、到着機に対して 1 回 UPLINK する。滑走路変更等の場合は考慮しない。	ARR で 35 分以上のフライト加算	
OI-19：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）				
②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）	対象（到着）空港、導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、「空港到着予定時刻及び想定飛行距離、進入順位」又は「ターミナル移管 FIX の通過予定時刻及び想定飛行距離、通過順位」を、一定の条件で航空機に UPLINK	到着機すべてに 1 回 UPLINK する。一定の範囲内に入った時に UPLINK するが、羽田の VGS 範囲外（名古屋又は仙台 VGS 覆域内）で UPLINK する必要がある。	ARR で 35 分以上のフライト加算	①と同じ数
OI-29-2：定型通信の自動化による処理能力の向上/管制承認（航空路）陸域 CPDLC				
③通信信移管指示	システムハンドオフや洋上空域出域（レーダーサービス終了）時に通信移管指示を UPLINK	セクター境界線を通過する際に 1 回 UPLINK する。	450 件/H	飛行情報より抽出
④DBC 指定	洋上空域出域時に DBC2000 を UPLINK	③に加えて、東側洋上空域に出域する際に 1 回 UPLINK する。ただし、使用する VGS は成田 VGS であると想定している。 RADAR SERVICE TERMINATED. SQUAWK 2000. CONTACT ○○ ○○○	データ生成としては③に含まれるため考慮しない	

⑤マイクロホンチェック ※スタックボタンの注意喚起	指定する航空機に対して、“CHECK STUCK MICROPHONE”をUPLINK	発生頻度が低いと考え、シミュレーション時には考慮しない。		
⑥経路変更指示	導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、航空機からの要求に対する経路承認、管制官からの交通流を考慮した直行FIX又は経路変更に係る指示をUPLINK	飛行計画経路を飛行させることが主体となると考えるが、直行に係る指示はあり得ることから、出発・到着・通過機数の1/2に対して1回UPLINKすると仮定する。 なお、⑦高度変更指示とは異なる時機にUPLINKする。	ARR,DEP,Threw において 20 分以上のフライトの1/2を加算	
⑦高度変更指示	導入空域（高度含む）及びデータリンク可否を検討した上で、航空機からの要求に対する高度変更、管制官からの交通流を考慮した高度変更に係る指示をUPLINK	高高度空域における実施を想定するが、その頻度について、算出方法が困難であることから、出発・到着・通過機数の1/2に対して1回UPLINKすると仮定する。 なお、⑥経路変更指示とは異なる時機にUPLINKする。	ARR,DEP,Threw において 20 分以上のフライトの1/2を加算	
その他 施策導入予定事項				
OI-5：高々度でのフリールーティング				
経路変更指示	上記⑥のうち、「航空機からの要求に対する経路承認」を実施	出発・到着・通過機数の1/2に対して1回UPLINKすると仮定する。	計上しない データリンク発生回数は上記⑥に含まれるため	
OI-16：軌道情報を用いた複数地点におけるCFDTによる時間管理の高度化				
複数のCFDTによる時間管理の高度化	複数のウェイポイントの通過時刻の指定を行うことによって、効率的に軌道管理と交通流の整流を実施	羽田への到着機に対するCFDTの指定であれば、200nm覆域外で通知することとなる。	計上しない 羽田から200nm覆域外の地点でUplinkするため	
OI-18：初期的CFDTによる時間管理（FIX通過時刻指示）				
⑧FIX通過時刻指示	ATMCから指示されるCFDTをUPLINK （ただし、航空機側が	混雑空域を通過する際に付加されるCFDTは、羽田周辺であれ	計上しない 羽田から200nm外の地点でUplinkする	

	UNABLE と返信した場合は、VOICE に移行)	ば、到着機に対して付加されることから、到着機の 1/2 に対して 1 回 UPLINK すると仮定する。	ため	
<u>その他</u> ・データリンクを実施する場合、タイムクリティカルではない状況下において実施することとし、データリンクが可能な状況下においても、VOICE による指示を優先する場合がある。 ・対象（到着）空港、導入空域（高度含む）については、データリンクが可能な覆域を考慮し、公示方法を検討する。				

用語解説

データ生成の考え方：

運用予定施策を実施した場合のデータ生成の想定条件

データ生成時間（タイミング）の想定：

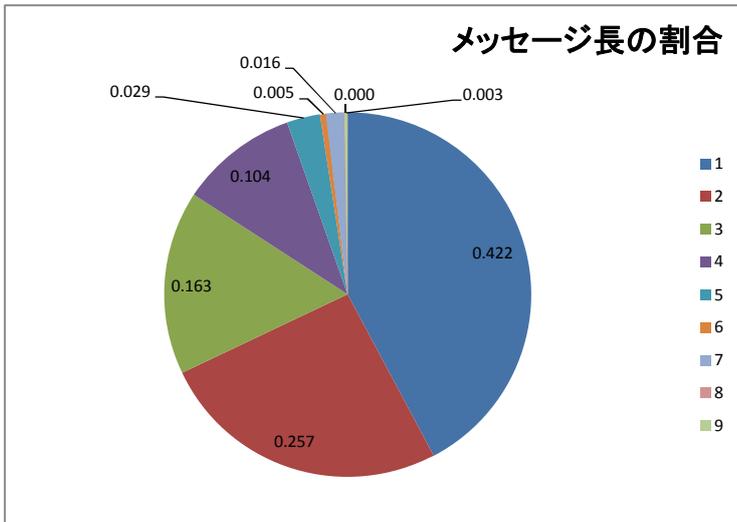
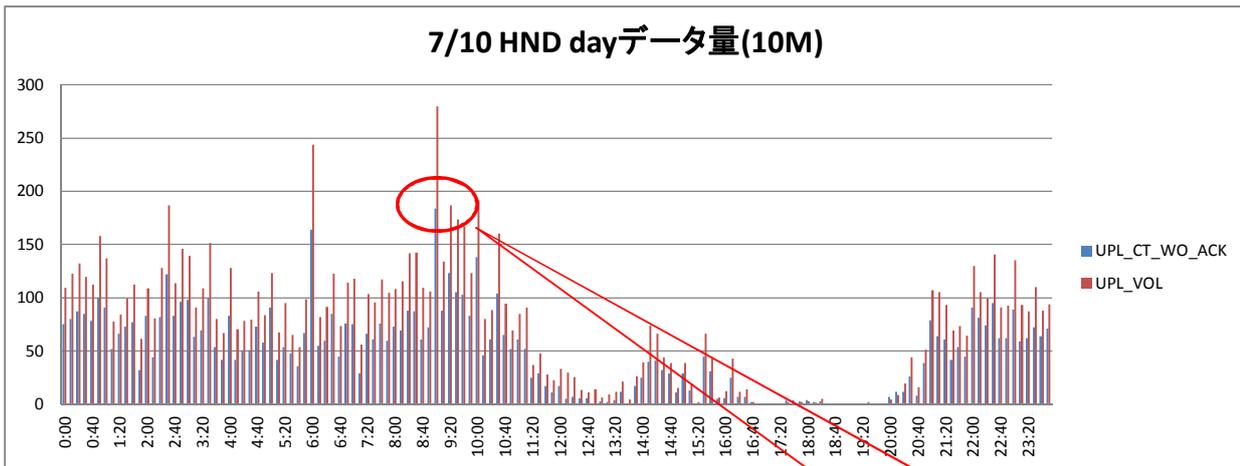
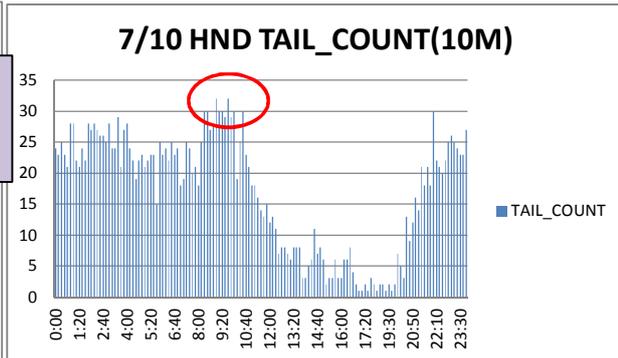
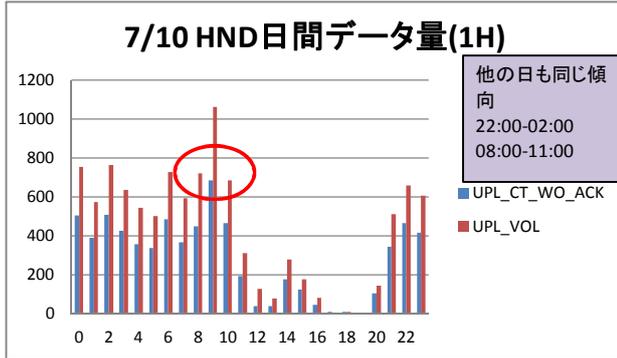
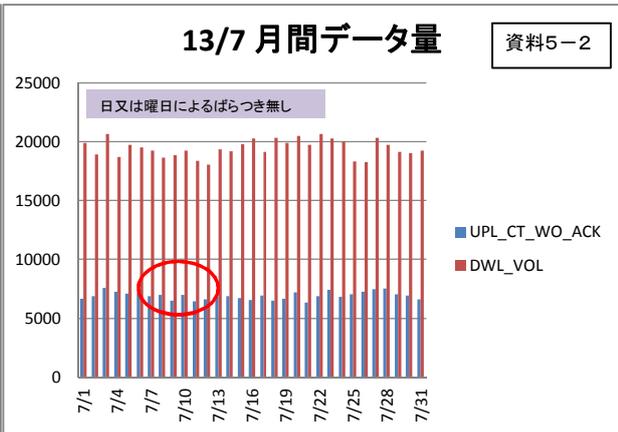
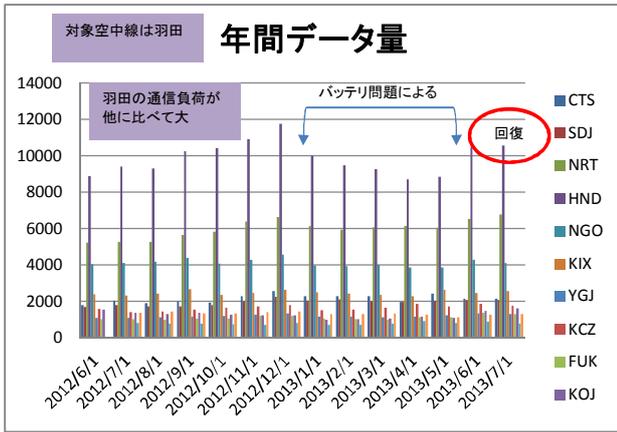
データ生成の考え方により、航行区域、航行時間を考慮し生成時間（タイミング）を想定した

ARR：到着機

DEP：出発機

Threw：上空通過機

DEP/ARR：カバレッジ内で出発と到着が行われる機体



2013/7/10では、このあたりがピークとなるシミュレーション対象時は**09:00~09:59**とする
データブロックは**3迄で84%**を占める

メッセージ長の考え方
一律分布として平均化をとる
$$\text{ave}(1*0.422+2*0.257+3*0.163+4*0.104+5*0.029+6*0.005+7*0.016+8*0.000+9*0.003)=2.15$$
とする

特定の空中線、時間帯にパターンがあり、日、月、曜日のばらつきは無いため、飛行情報・デイプランが取得出来ている7/10とする。
対象空中線は負荷率が高い羽田とする。
2回/日のピークがあるが9時からの1時間を最悪値とし、シミュレーションの対象時間とする

RCAG現況図

130601現在

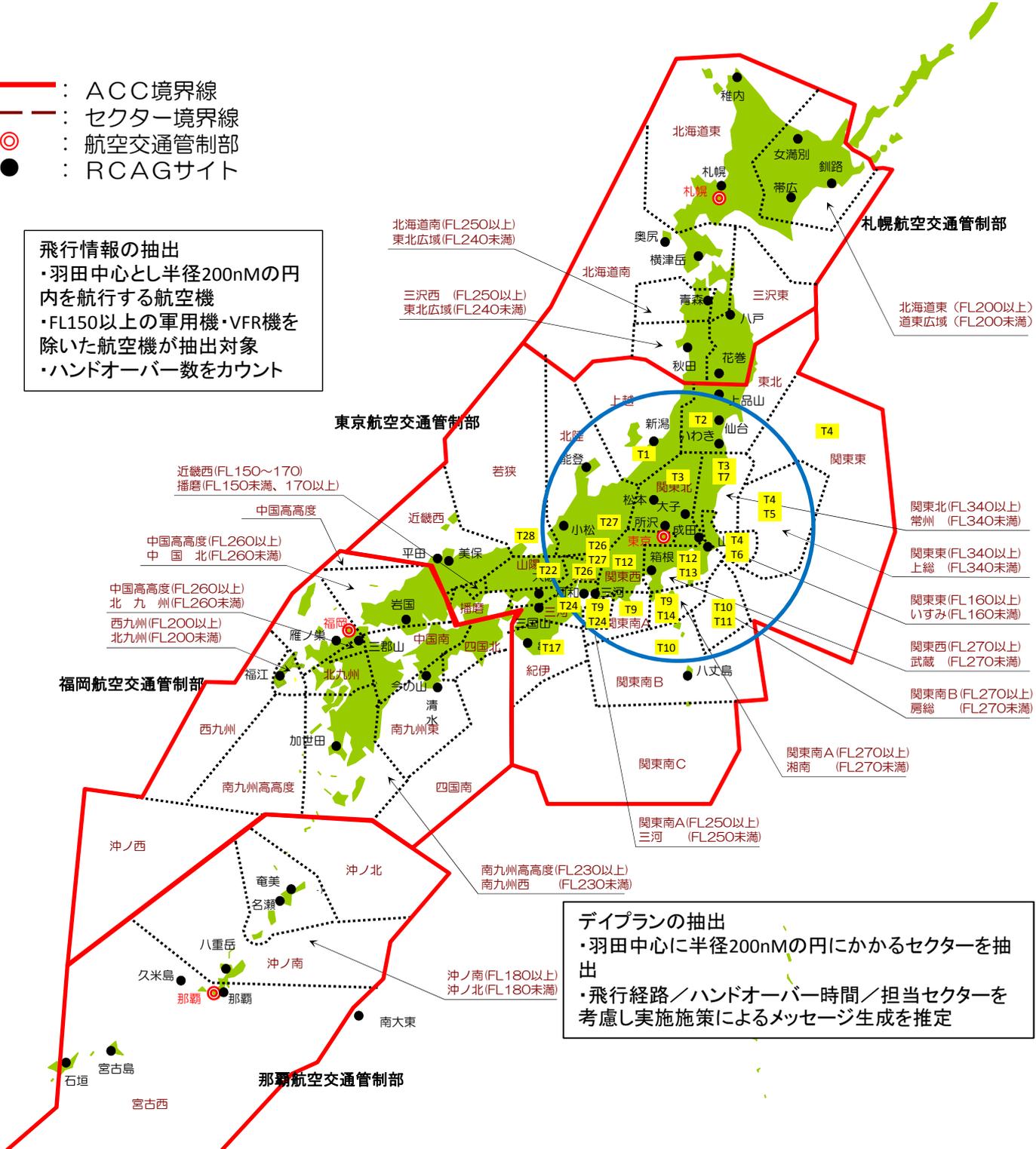
- : ACC境界線
- - - : セクター境界線
- ◎ : 航空交通管制部
- : RCAGサイト

飛行情報の抽出

- ・羽田中心とし半径200nMの円内を航行する航空機
- ・FL150以上の軍用機・VFR機を除いた航空機が抽出対象
- ・ハンドオーバー数をカウント

ディプランの抽出

- ・羽田中心に半径200nMの円にかかるセクターを抽出
- ・飛行経路／ハンドオーバー時間／担当セクターを考慮し実施施策によるメッセージ生成を推定



ATC（周波数移管） シミュレーションパラメータについて

H25.9.19
DSP VDL 導入検討会

ATC（周波数移管）における輻輳シミュレーションを行うにあたって以下のとおりパラメータを想定する

航空機の VDL 装備率を 100%とする

解析データ：RDP 飛行情報より

- ① 期間
(ア) H25.7.10 09:00-09:59 (UTC) 1 時間平均値
- ② データ量(ブロック長)
(ア) UM171 を使用する
(イ) 40byte
- ③ アップリンク数
(ア) RDP データより算出
(イ) $452=450$ 発 (1 時間延べ数)
- ④ データリンク対象機数
(ア) RDP データより算出
(イ) FL150 以上・BC1200 除外・羽田 VGS より 200nM の機体数より軍用機数を減
 1. 機体数 266 機
 2. 民航機割合 80%
A) $266 \times 80\% = 213$ 機
- ⑤ メッセージ送信間隔
(ア) 上記パラメータにより算出
(イ) 3,600 秒 (1 時間) に 213 機の航空機が 450 発の Uplink を行ったと想定
 1. 平均送信間隔：3,600 秒/450 発=8 秒/件
 2. 1 機あたり平均送信間隔：8 秒×213 機=1,704 秒
- ⑥ 通信速度
(ア) AOA 31.5KBPS
- ⑦ その他参考
(ア) FDP (Flight Plan) との照合
(イ) 航空機数 275 機
(ウ) FP 上の Handover 数 499 回
(エ) 照合結果
 1. FDP (Flight plan) 上の数値は、羽田半径 200nM の円形とセクターの形状が一致していない
 2. 従って、200nM 外にまたがるセクターの機数が多めにカウントされる
 3. よって上記パラメータの妥当性は良とする

FDP データの解析について

シミュレーションを行うにあたって、装備率を100%と仮定したときのフライトが生成するデータリンクメッセージを算出し、シミュレーションパラメータ（通信間隔・データ長）を設定する必要がある

仮定するフライトが生成するデータリンクメッセージについては、あくまでも現在の通信頻度から想定するものであるから RDP データ（飛行情報）及び FDP データ（Dayplan）の情報をを用いて算出する。

算出を行う上で、次のとおりとする。

(1) 周波数移管の解析

① RDP データに含まれるハンドオーバーの数をカウントする（ENRI 作業）

(ア) 時間と空域

シミュレーション対象時間に於いて、羽田を中心とし、半径 200nM 以内で、FL150 以下又は BC1200 である航空機を除く（FL150 より上空を航行中の民間航空機数を抽出する）

(イ) 機数

機数については、同一 BC を付与されたターゲットの延べ機数とする

(ウ) カウント数

ハンドオーバーログを加算し、延べ回数とする

② FDP データの解析と RDP データとの照合（乖離が無いことを確認）（CAB 作業）

FDP 上での周波数移管は担当セクターの移管があった場合に発生するものとして次のとおりとする。

羽田の VGS から 200nM（カバレッジ）内には TACC のセクターでは T3,4,9,10,12,24,26,27,13,14,15 が受け持っており、それぞれのセクター境界を通過時に周波数移管（Handover）が発生するものとする。

FDP が生成する Dayplan は、機密第 3 情報のため、現時点では CAB 側で解析を行う

(ア) 該当データ及びセクターの抽出（管制課作業）

Dayplan より該当する民航機のデータを抽出する（軍用機・VFR 機などの排除）

(イ) データへのタグ付け

抽出されたデータから通過セクターにタグ付けを行う

(ウ) 抽出データからシミュレーション対象機のカウント数算出（管技作業）

抽出データに含まれるフライトプランデータより、シミュレーション対象時間における飛行エポックの付与及びセクター境界通過回数をカウントする。（周波数移管数）

また、該当時間における抽出データよりフライト数をカウントする（航空機延べ機数）

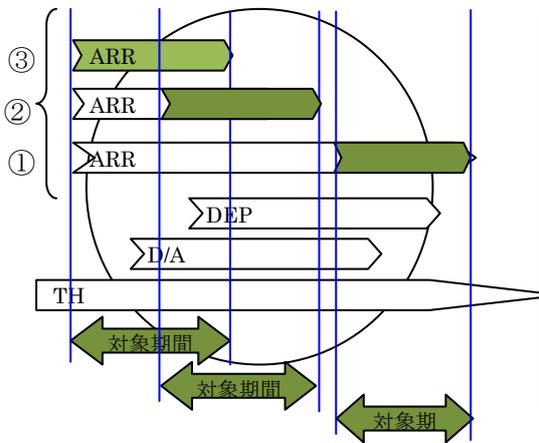
(エ) セクター通過回数とハンドオーバーカウント数の照合（ENRI, CAB 作業）

① と②で算出した周波数移管数を比較にて大きな齟齬が無いことを確認する

注：Dayplan から得られる情報（担当セクター）は、羽田の空中線カバレッジより大きいため、RDP データから得られるカウント数より大きくなる。

飛行パターンと時間軸のパターン

Dayplan 中のフライトプランの一例
及びデータ発生のお考え方
対象時間 08:00-08:59 の場合



ARR No50(序盤)	羽田エリア内での最初の Handover だがシミュレ ーション対象時間外	15[390]N02
ROAH:R(DCT)0610[390]N02		0[N01]N02
AI シミュレーション対		0733[370]T17
SE 象時間・エリア内の	1]F17 XY57	7)0714[370]F17
YU 最初の Handover		0742[370]T17
KL		0749[370]T24
SHIM 2,500ft 以下	T24	R(V58)
NAKT		SENJ
TENRU:R(Y88)0800[370]T12		CHINO:R(Y88)0804[250]T12
KINPU:R(Y88)0805[250]T12		GYOLA:R(Y88)0809[250]T03
AKAGI:R(Y88)0812[100]T03		JD:R(Y88)0813[100]T03
GOC:R(DCT)0817[100]T03/T07		TATSU:R(DCT)0819[100]T03/T07
NAKAH:R(DCT)0821[100]T03/T07		RJAH:R(DCT)0823[100]T07

DEP,D/A,TH も同じ
ARR:到着機・DEP:出発機・D/A:出発及び到着機・TH:上空通過機

ARR No50 の解析解説 (到着②に該当する)
那覇～百里の到着便
時間前：那覇セクタ・福岡セクタ・東京 T17・東京 T24(Handover)・東京 T12(Handover)
対象期間(08:00-08:59)
T12→T3(08:09)(Handover)(横移管)→T7(08:17) (Handover) (縦移管) →ターミナル(08:23)
時間後：時間内に着陸したためデータ無し

シミュレーションパラメータ
周波数移管：2回(08:19),(08:17)
飛行時間：23分間(08:00～08:23)
フライト数：1

注：飛行時間は後に解析する周波数移管以外の施策に於いて判定材料とされる

他の ARR ①③も同様に算出する
DEP、D/A、TH も同様に3つのパターンに分かれるが同様に算出する

- (2) 周波数移管以外の運用施策 (他運用施策) が生成するデータ量及び発生間隔の解析
他運用施策を実施した場合に生成されるデータは飛行経路や対象時間によって生成状況が変化する。管制官が想定する「導入予定施策とデータリンク数カウントのお考え方」によって以下のとおりデータリンク数をカウントする。
- ① 「導入予定施策とデータリンク数カウントのお考え方」による指定された飛行時間と上記周波数移管の解析で得られた Dayplan による飛行時間を照合し、飛行時間が満足しているデータ (フライト) についてはカウントする。
 - ② 個々の施策 (周波数移管を除く) について、同様に作業を行い、最終的に周波数移管を除く運用施策実施によるカウント数を算出する

ARR No50 の解析結果（上記②の場合）

条件：到着機 該当空域飛行時間 23 分のフライト

施策と想定条件

OI-13（継続的な上昇及び下降の実現）

ARR で 35 分以上のフライト

→本事例では該当しないためカウントしない

OI-19（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）

ARR で 35 分以上のフライト

→本事例では該当しないためカウントしない

OI-29-2（定型通信の自動化による。。。）シミュレーションパラメータ

周波数移管は別途算出するので対象外

（経路変更指示）

ARR,DEP、TH において 20 分以上のフライト

→：23 分飛行しているので半分カウント

（高度変更指示）

ARR,DEP,TH において 20 分以上のフライト

→：23 分飛行しているので半分カウント

シミュレーションパラメータ

データリンク生成数：上記カウント数の合計（時間内延べ数）

フライト数：1

- (3) 導入予定運用施策（周波数移管及び他の施策の合計）が生成するデータ量及び発生間隔
上記（1）、（2）で解析した発生間隔及びデータ量について、それぞれ合算・平均化を行う。
求められた平均通信間隔及び平均データ量によりシミュレーションを行う。

新規追加施策の導入に関する ATC only シミュレーションパラメータについて

H25.10.23
DSP VDL 導入検討会

通信アドホック関連会議にて検討の結果、今年度意志決定施策の他、更なる追加の運用要件について提案があった。

これにより、AOA における輻輳シミュレーションを行う必要があるため以下のとおりパラメータを想定する

なお、ここで制定するパラメータ類は追加施策に特化したものであり、シミュレーションに於いては先に行った周波数移管のパラメータとマージして実施する必要がある

① 追加施策

1. STAR/CDO 発出
2. 合流地点におけるメタリング
3. 経路変更指示
4. 高度変更指示
5. FIX 通過時刻指定

② 期間

(ア) H25.7.10 09:00-09:59 (UTC) 1 時間平均値

③ データ量(ブロック長)

- (ア) 同施策に使用する UM 長
(イ) 20 バイト

④ アップリンク数

(ア) 各施策における通信頻度は次のとおり

1. STAR/CDO 発出 (35 分以上のフライトに適用)
 - A) 各 ARR1 フライトにつき、1 発・データ長 1 ブロック
2. 合流地点におけるメタリング (1.と同数)
 - A) 各 ARR1 フライトにつき、1 発・データ長 1 ブロック
3. 周波数移管
 - A) 別紙により 450 件、213 機
4. DBC 指定
 - A) 各 DEP1 フライトで東側フライトにつき 1 発・データ長 1 ブロック
5. マイクロフォンチェック
 - A) 頻度が少ないため、加算しない
6. 経路変更指示 (20 分以上のフライトの 1/2 に適用)
 - A) 各 ARR,DEP,Threw1 フライトにつき、1 発・データ長 1 ブロック
7. 高度変更指示 (20 分以上のフライトの 1/2 に適用)
 - A) 各 Threw1 フライトにつき、1 発・データ長 1 ブロック
8. FIX 通過時刻指定
 - A) 全 (ARR,DEP,Threw) 1 フライトにつき、1 発・データ長 1 ブロック
 - B) 経路変更と重複となるため今回は加算しない

(イ) 上記 (ア) の合計 332 発 平均 20 バイト/発

⑤ データリンク対象機数

- (ア) 周波数移管時に求めた航空機機数を適用する
1. 213 機/H

⑥ 合計するメッセージ送信間隔

(ア) 周波数移管 (450 件) + ④ (イ) で求めた全 Uplink 数(332 件) = (782 件) 件/H
(イ) 3600 秒 ÷ {上記 (ア) 782 / 213 機} = 980 秒/機

⑦ 合計するメッセージ量

(ア) 周波数移管と新施策分の平均化

1. 平均値 (固定値) で求める
2. 平均バイト数

$$\text{A) } (450 \text{ 件} \times 40 \text{ バイト} + \text{④の合計 } 332 \text{ 件} \times 20 \text{ バイト}) / (450 + \text{④の合計 } 332 \text{ 件}) \\ = 31.5 \text{ バイト}$$

⑧ パラメータ

通信速度

AOA 31.5KBPS

通信間隔

980 秒/機

メッセージ長

31.5 バイト

AOC シミュレーションパラメータについて

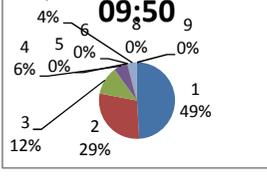
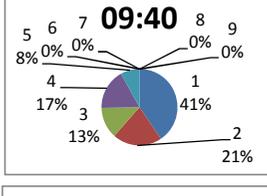
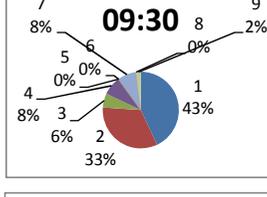
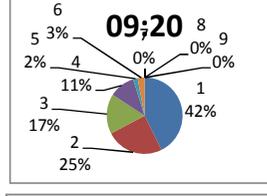
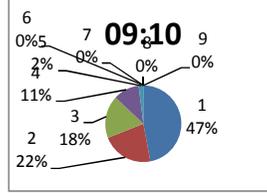
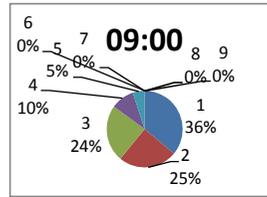
H25.9.19
DSP VDL 導入検討会

AOC (単独) における輻輳シミュレーションを行うにあたって以下のとおりパラメータを想定する

- ① 期間
(ア) H25.7.10 09:00-09:59 (UTC) 1時間平均値
- ② データ量(ブロック長)
(ア) AVICOM 殿提供のデータを使用する: HND_VGS 通信メッセージ長分布
(イ) ランダムなため平均化を行う
 1. 発出データは1~9ブロックのデータがあるが大半は4ブロックまでなので平均化が可能
 2. 総ブロックを発出数で割って平均化を行う
(ウ) 算出
 1. 総ブロック数: 807 ブロック
 2. 総発数: 374 発
 3. 平均値: $807/374=2.15$ ブロック
 4. バイト数変換: 2.15×220 バイト=474byte
- ③ アップリンク数
(ア) AVICOM 殿提供のデータを使用する: HND_VGS 通信メッセージ長分布
(イ) 発出数 374 発 (1時間延べ数)
- ④ データリンク対象機数
(ア) AVICOM 殿提供のデータを使用する: HND VGS ACLOG2013071008-10(10M)
(イ) 該当期間中の延べログオン機数より算出 (1時間値)
 - A) ログオン数: 53 機
- ⑤ メッセージ送信間隔
(ア) 上記パラメータにより算出
(イ) 3,600 秒 (1時間) に 53 機の航空機が 374 発の Uplink を行ったと想定
 1. 平均送信間隔: $3,600 \text{ 秒} / 374 \text{ 発} = 9.6 \text{ 秒/件}$
 2. 1機あたり平均送信間隔: $9.6 \text{ 秒} \times 53 \text{ 機} = 509 \text{ 秒}$
- ⑥ パラメータ
通信速度
AOA 31.5KBPS
通信間隔
509 秒/機
メッセージ長
474 バイト

HND_VGS 通信メッセージ長分布

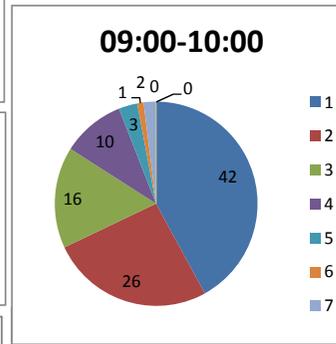
STATION_NAME	日付(UTC)	時	分	ブロック	件数	sum	%
HNDDV	2013/7/10	9	0	1	37	102	36
HNDDV	2013/7/10	9	0	2	26		25
HNDDV	2013/7/10	9	0	3	24		24
HNDDV	2013/7/10	9	0	4	10		10
HNDDV	2013/7/10	9	0	5	5		5
				6	0		0
				7	0		0
				8	0		0
				9	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	10	1	26	55	47
HNDDV	2013/7/10	9	10	2	12		22
HNDDV	2013/7/10	9	10	3	10		18
HNDDV	2013/7/10	9	10	4	6		11
HNDDV	2013/7/10	9	10	5	1		2
				6	0		0
				7	0		0
				8	0		0
				9	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	20	1	28	65	43
HNDDV	2013/7/10	9	20	2	16		25
HNDDV	2013/7/10	9	20	3	11		17
HNDDV	2013/7/10	9	20	4	7		11
HNDDV	2013/7/10	9	20	5	1		2
HNDDV	2013/7/10	9	20	6	2		3
				7	0		0
				8	0		0
				9	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	30	1	22	51	43
HNDDV	2013/7/10	9	30	2	17		33
HNDDV	2013/7/10	9	30	3	3		6
HNDDV	2013/7/10	9	30	4	4		8
				5	0		0
				6	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	30	7	4		8
				8	0		0
				9	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	40	1	21	52	40
HNDDV	2013/7/10	9	40	2	11		21
HNDDV	2013/7/10	9	40	3	7		13
HNDDV	2013/7/10	9	40	4	9		17
HNDDV	2013/7/10	9	40	5	4		8
				6	0		0
				7	0		0
				8	0		0
				9	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	50	1	24	49	49
HNDDV	2013/7/10	9	50	2	14		29
HNDDV	2013/7/10	9	50	3	6		12
HNDDV	2013/7/10	9	50	4	3		6
				5	0		0
				6	0		0
HNDDV	2013/7/10	9	50	7	2		4
				8	0		0
				9	0		0



資料5-8

sum	count	%
1	158	42
2	96	26
3	61	16
4	39	10
5	11	3
6	2	1
7	6	2
8	0	0
9	1	0

add 374 807
ave 2.157754



HND Logon機数

station	date	hour	time	logon	cour	log	count
HNDDV	2013/7/10	8	0	4			
HNDDV	2013/7/10	8	10	6			
HNDDV	2013/7/10	8	20	6			
HNDDV	2013/7/10	8	30	5			
HNDDV	2013/7/10	8	40	8			
HNDDV	2013/7/10	8	50	5			
HNDDV	2013/7/10	9	0	7		23	23
HNDDV	2013/7/10	9	10	5		28	28
HNDDV	2013/7/10	9	20	6		34	34
HNDDV	2013/7/10	9	30	1		35	35
HNDDV	2013/7/10	9	40	11		46	46
HNDDV	2013/7/10	9	50	7		53	53
HNDDV	2013/7/10	10	0	6		59	59
HNDDV	2013/7/10	10	10	4		63	63
HNDDV	2013/7/10	10	20	6		69	69
HNDDV	2013/7/10	10	30	3		72	72
HNDDV	2013/7/10	10	40	10		82	82
HNDDV	2013/7/10	10	50	2		84	84

資料5-9

平成 26 年 1 月 28 日
軌道ベース運用検討アドホック会合

平成 25 年度 CARATS-ATM 検討 WG 軌道ベース運用検討アドホック会合 報告

軌道ベース運用検討アドホック会合に係る活動状況について以下のとおり報告する。

1. 第 3 回軌道ベース運用検討アドホック会合の開催(平成 25 年 9 月 27 日)

・米国における TBO の検討

米国における軌道ベース運用のシナリオについて詳細な説明がされ、ディスカッションが行われた。合意されたトラジェクトリに基づいて、地上システムと機上システムがそれぞれコンフォーマンスモニタリングを実施し、合意されたトラジェクトリに沿った運航が可能となるようにシステム間の調整や操作者への警告等を行い軌道ベース運用が実施されることを確認している。

また、特定の空域においては航空機同士のセルフセパレーションによる運航や、一部の管制指示は航空機が間隔を確保できる能力を前提としたものに変化するなどの新たな運用が必要であることが認識された。

・日本における TBO シナリオ

我が国の軌道ベース運用のシナリオは、大阪空港－羽田空港の航空機運航を例にとり、関係者が提供する情報内容やタイミング等を確認しつつ、航空機運航や管制運用についてシナリオ化したものであり、メリット等も明示出来るようにしていく必要がある。次回のアドホック会合で関係者の視点から確認や追記していただくこととしている。

2. TBO に係る交通規制部内勉強会の開催(平成 26 年 1 月 27 日)

・軌道ベース運用に関する研究開発

(独)電子航法研究所による、軌道予測、時間管理の便益シミュレーション及び Full4D 軌道ベース運用に関する研究発表

・日本における TBO 運用のシミュレーションシナリオについて
アドホック会合において提示したシナリオの修正版に係る説明

・2012 年に欧州で実施された initial 4D シミュレーションについて
エアバス A320 の実機を使用した initial 4D シミュレーションに係る紹介

添付1 軌道ベース運用に関する研究開発

添付2 日本における TBO 運用の概念

添付3 日本における TBO 運用シナリオ(平成 25 年度版)

添付4 2012 年に欧州で実施された initial 4D シミュレーションについて

2. 日本におけるTBOシナリオ ... の前に

なぜ、軌道ベース運用 4D-TBO か？

現在の管制運用

➤ 空港

- ・処理容量は滑走路処理容量 (ROT) によるところが大きい
→ 地上インフラ整備、RECAT

➤ ACCセクター・空域

- ・処理容量は管制作業負荷 (日・欧・米とも同じ考え方)
- ・空域に対する航空機の物理的な容量 > 管制可能な機数
- ・空域分割による対処では限界

➤ 管制官が航空機運航に重要なウェイトを占める

- 優れた情報収集・判断能力により事象への柔軟対応が可能
- × 空域単位に分断された情報に基づいた運用、全体最適が困難

● 空域単位において提供される情報をベースとした戦術的な管制

将来の管制運用

➤ 軌道ベース運用

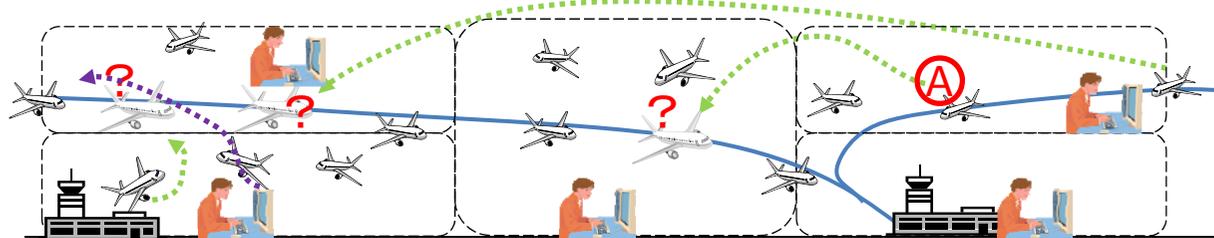
- ・空域という資源を有効活用し、効率的 (経済的) な航空機運航を目指す
- ・今と直近の未来の安全を担保するレーダー管制から、出発空港から到着空港までのフライト全体を【管制→管理】する運用への変革
- ・制約の解消 (セクターという空域境界は制約 = 管制官に提供される情報の壁)

・新技術=CNSを利用し軌道ベース運用=ATMを実現する

- ・運航前→Gate to GateのConflict freeな4DTを関係者間のCDMIにより調整・共有
- ・運航中→予実管理、指示、再予測 (監視サイクル構築) + ref.気象 (不確定要素)
- ・システムによるコンフリクト検知と総合的な解決策の提示
- ・一部はASASなど機上装置の間隔確保により高密度運航を実現
- ・空地データリンクにより飛行プロファイルの交換 (地上システム ↔ 機上装置)

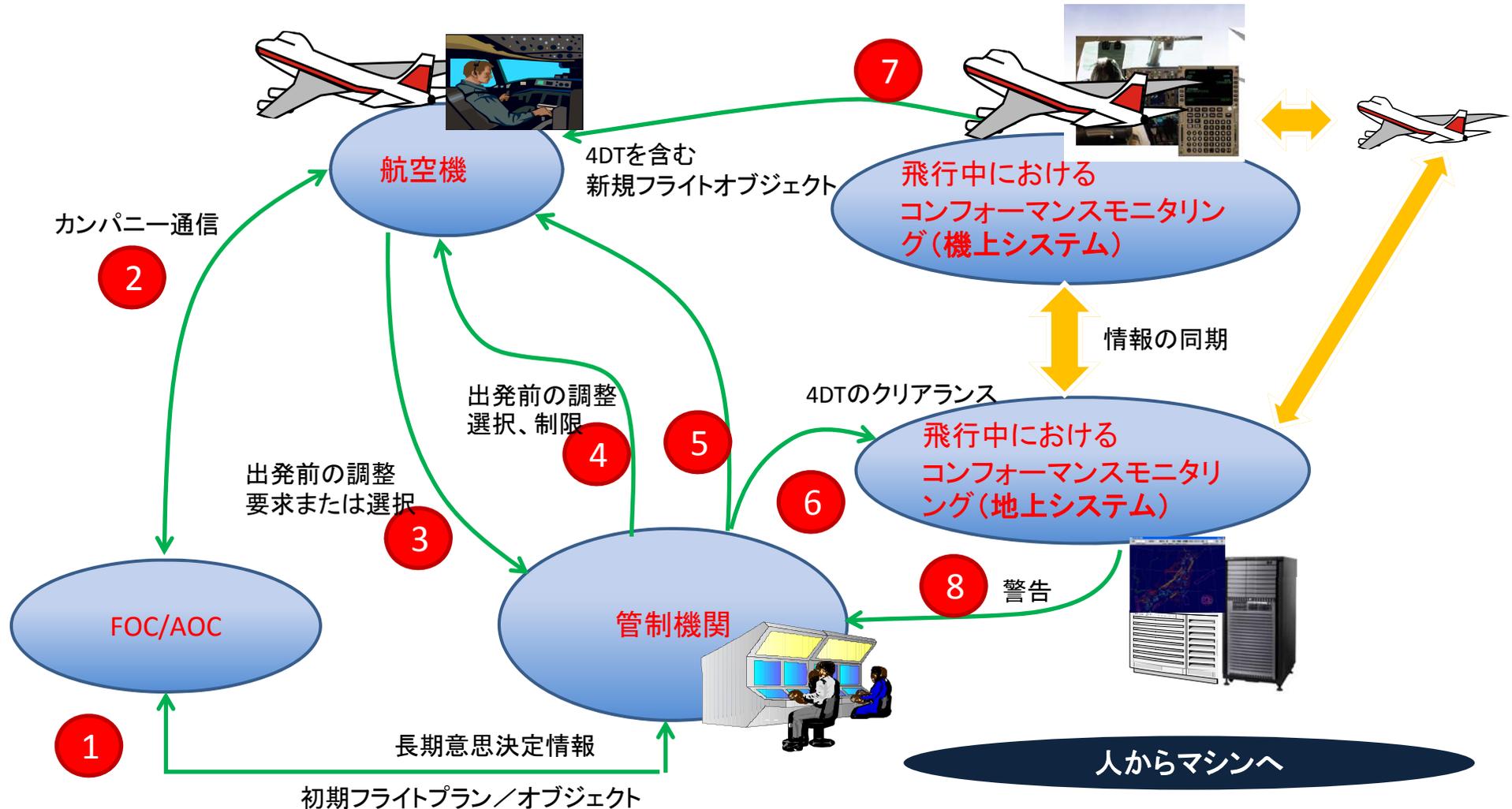
● 支援処理機能や監視機能を活用した戦略的な交通管理

多くの航空機を飛ばしたい



軌道ベース運用 4D-TBOの主は？

- データリンク活用による地上システム及び機上システムの統合運用によってトラジェクトリーベース運用を実現



* コンフォーマンス:一致、適合性

軌道ベース運用に関する研究開発

独立行政法人 電子航法研究所
航空交通管理領域
福田 豊、平林 博子

発表内容

◆軌道ベース運用の概要

実現の過程、国際的な概念、各要素が連携した運用

◆軌道予測

予測システムの概要、時間予測手法、
運航速度の解析、気象予報の解析、
時間予測の評価結果

機上データの取得方法(機上情報、気象情報)

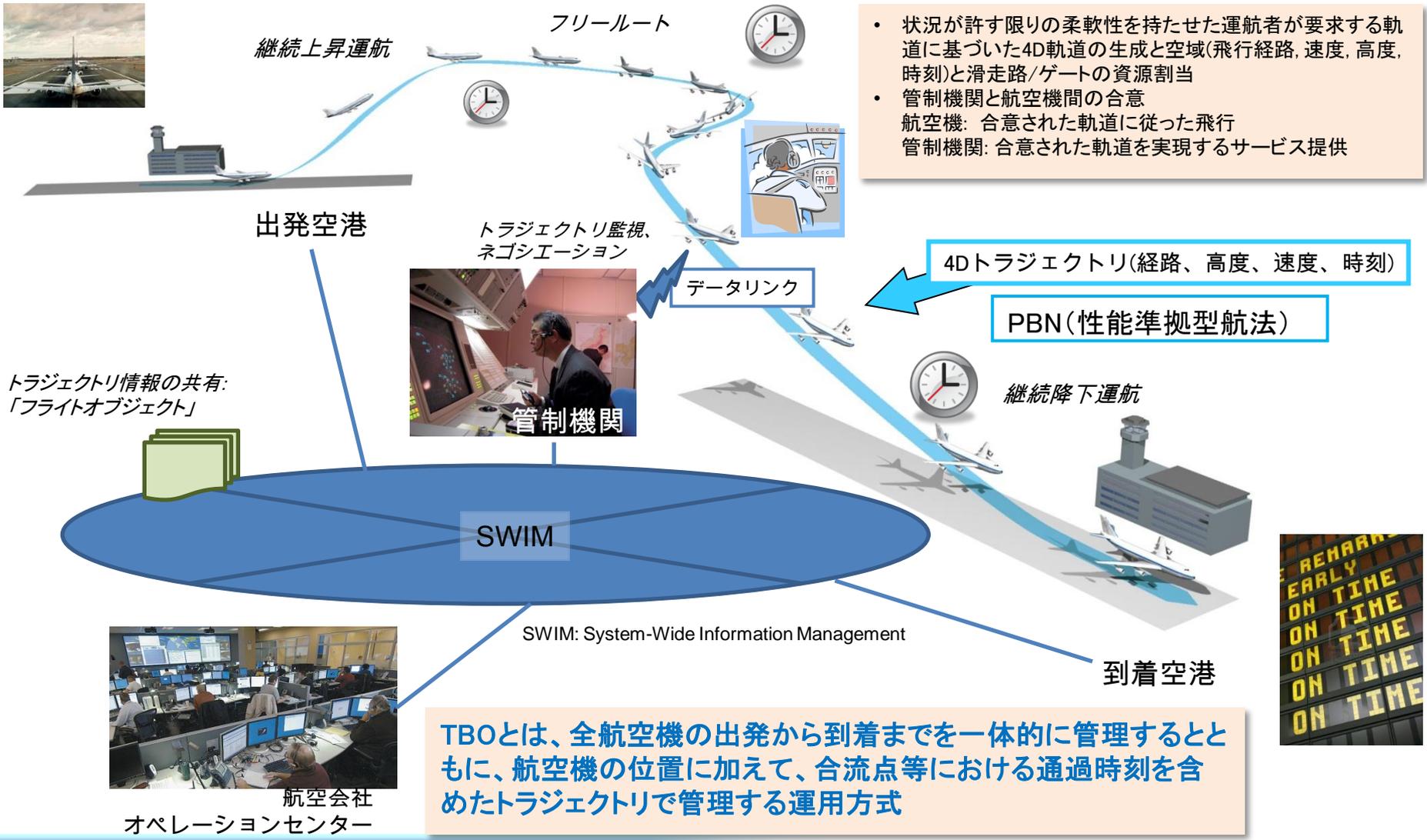
◆時間管理の便益シミュレーション

燃料消費量の低減効果

◆Full4D軌道ベース運用に関する研究

主な研究課題、ファストタイムシミュレーション環境
空域の複雑性の指標、交通量予測、シナリオ

軌道ベース運用 (Trajectory-Based Operations)



TBO 実現への過程とATMの近代化

フリーフライトーフリーフライトは、燃料効率化の経路を飛行するため、安全性を確保しつつ、状況が許す限りの柔軟性を運航者に与える。直行経路を飛行できる柔軟性の向上により、燃料節約、飛行時間の短縮、空域の効率的な利用などの多くの便益がもたらされる。



フリーフライトフェーズ1: 1998-2002
情報交換 (CDM)
管制支援ツール (URET, pFAST,
ターミナルと空港面管理アドバイザー)

Programme for Harmonised ATM Research in EUROCONTROL
(PHARE): 1989-1999
研究と技術実証



4次元FMS,空地データリンク
による軌道ネゴシエーション,
コンフリクトフリー軌道。
1995年に技術実証

ターミナル空域での空地自動化
ツール,4次元の制約条件を持つ
進入ゲートまでの合意された軌
道。



9/11の事件後,
セキュリティ面を強化し
た再計画

✓ NextGen (米国) ~ 2025年

- 軌道ベース, 正確な位置とIntentの共有による動的な空間と時間上の軌道の調整: 安全間隔の短縮と交通容量の増加.
- 3倍の交通容量

✓ SESAR (Europe) ~2020 年とそれ以降

- 軌道ベースシステムにより交通容量の増加、生産性、安全性、予測性の向上、騒音と排出ガスの低減
- 3 倍の交通容量, 環境負荷の10%低減

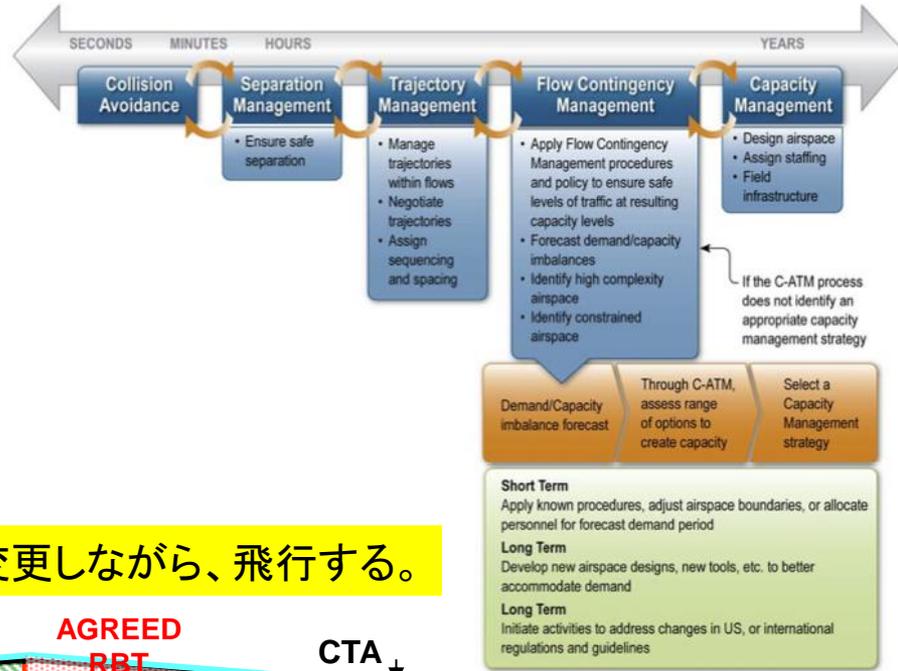
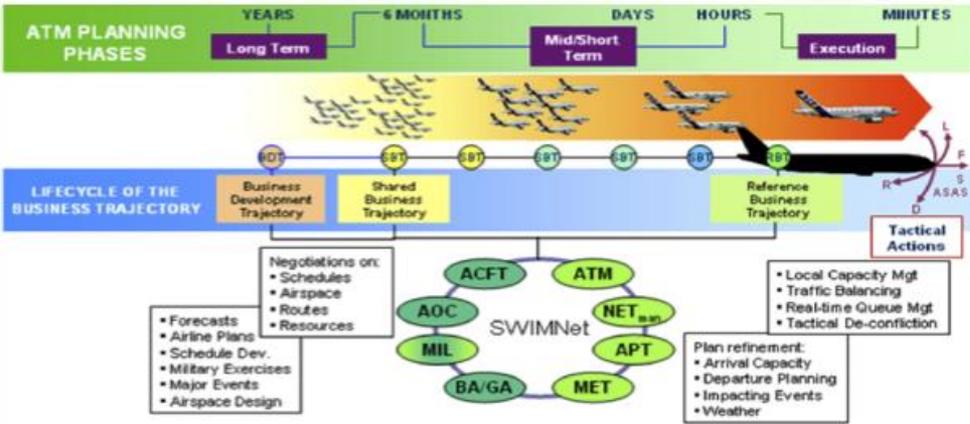
✓ CARATS (Japan) ~2025年

- 軌道ベース運用
- 2 倍の管制処理容量, 10%の飛行時間の短縮と定時性の向上,
5 倍の安全性, CO2 排出の10%低減.



各要素が連携した運用

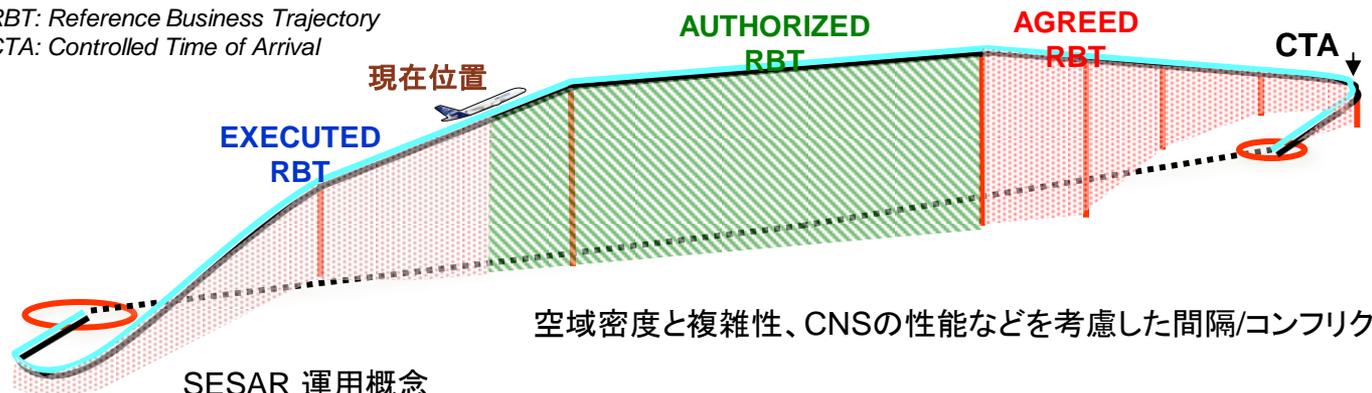
階層化計画プロセス. 離陸時刻までの計画軌道の段階的な調整



SESAR 運用概念

航空機は、合意された軌道上を、必要に応じて軌道変更しながら、飛行する。

RBT: Reference Business Trajectory
CTA: Controlled Time of Arrival



SESAR 運用概念

空域密度と複雑性、CNSの性能などを考慮した間隔/コンフリクト管理技術と安全対策

NextGen 運用概念



軌道予測システムの概要

運航モデル

高度
速度
重量



航法データ

ウェイポイントの緯度経度
航空路
出発/到着経路

航空機性能データ

フライトエンベロープ
エアロダイナミクス



エネルギーモデル

$$(T - D) V_{TAS} = mg \frac{dh}{dt} + m V_{TAS} \frac{V_{TAS}}{dt}$$

監視データ
現在位置、速度

軌道予測
システム

気象予報データ
(風速、風向、気温)

飛行航跡

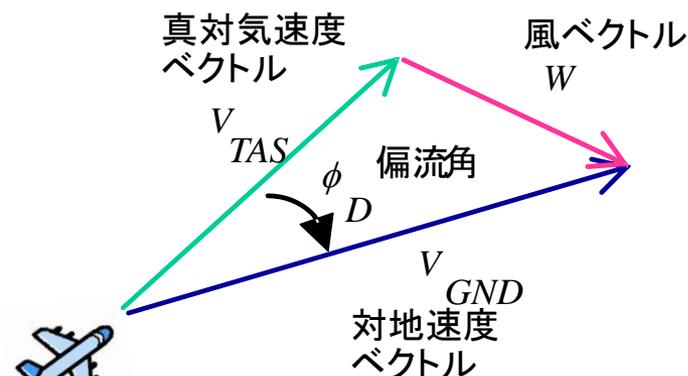
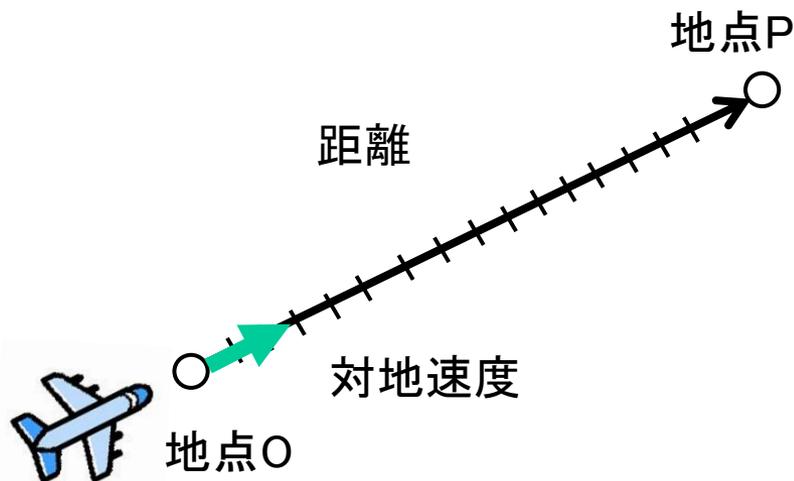
航空機毎の軌道
(4次元の飛行位置)

比較、誤差解析

ユーロコントロールのBADA (Base of Aircraft Data) を使用



通過時刻の予測(4D)



対地速度は、
真対気速度と
風のベクトル和

飛行時間 = 飛行距離 ÷ 対地速度

対地速度誤差 = 飛行速度誤差 + 気象予報誤差

予測速度と実績速度の差

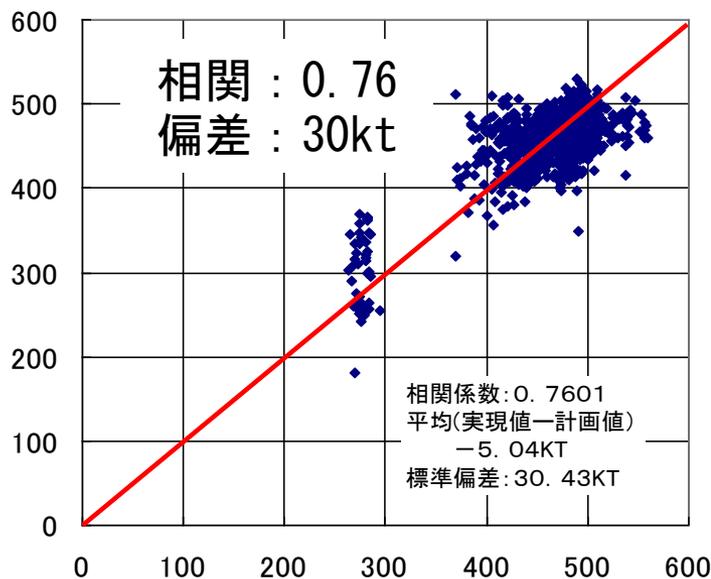
予報と実況の差



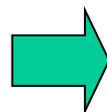
巡航区間の速度の解析

- ◆ BADA標準速度(機種毎)、飛行計画速度、実績速度の比較
- ◆ 飛行計画の速度情報の利用による予測精度向上

標準速度と実績値の相関

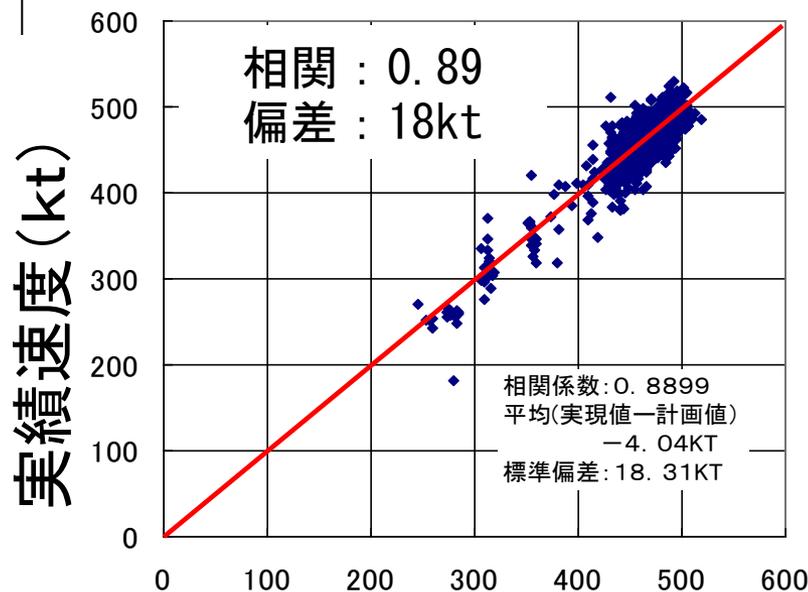


BADA標準速度 (kt)



相
関
の
向
上

飛行計画速度と実績値の相関



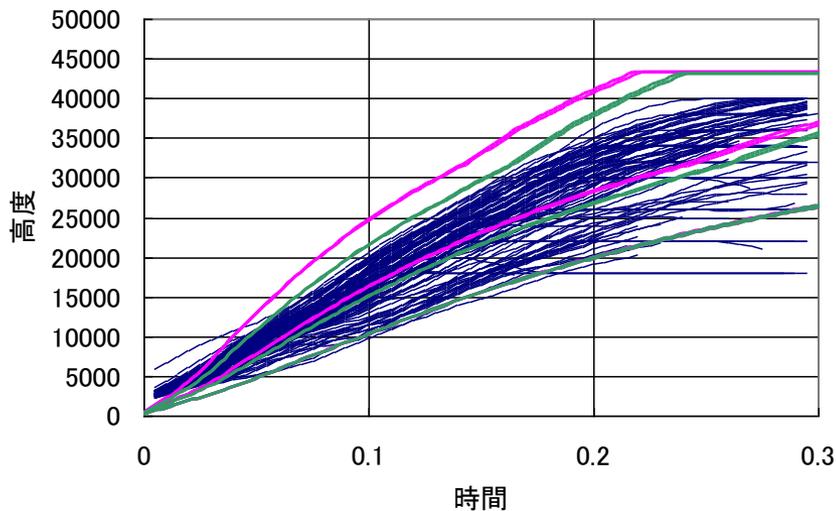
飛行計画の速度 (kt)



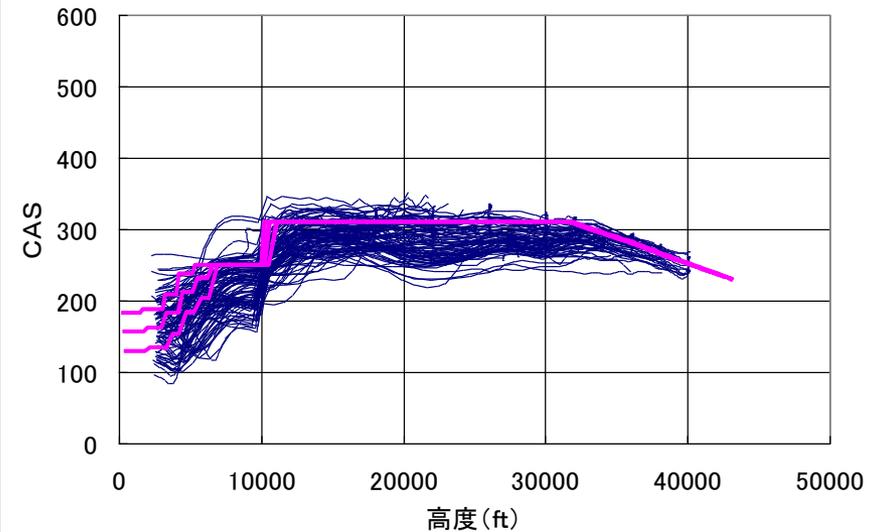
実運航の解析(上昇)

- ◆ 上昇プロファイルの実績値はBADAの範囲内
- ◆ 上昇区間の実績速度はBADA標準速度より遅い

B777-200上昇プロファイル



B777-200速度 (IAS)



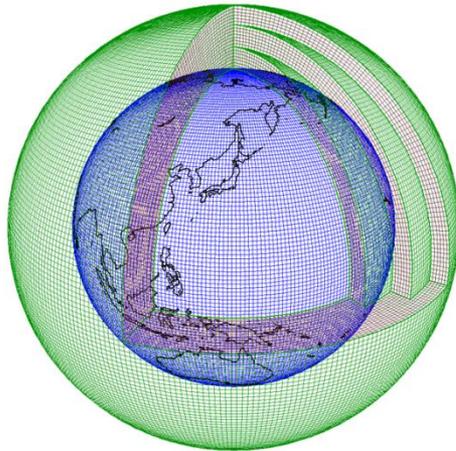
—実績値 —最大推力 —低減推力
重量(最大、標準、最小)

—実績値 —BADA標準速度
重量(最大、標準、最小)



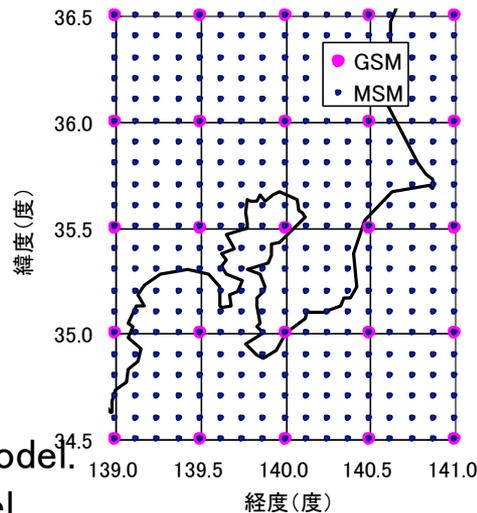
気象予報データ

◆ 気象庁 数値予報

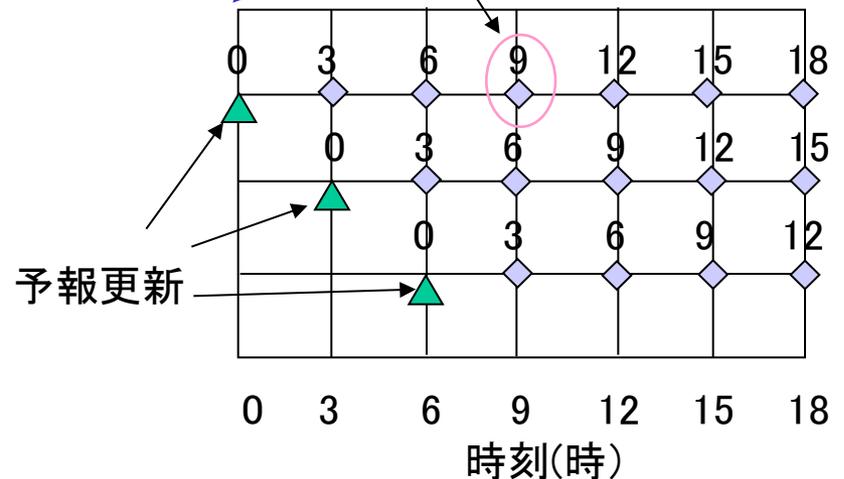


名称	GSM	MSM	新モデル LFM
範囲	全球	日本周辺	局地モデル
格子間隔	0.5 度	0.125/0.1 度	2km
更新間隔	6時間	3時間	1時間

気象庁資料より



0時に発表された
9時間予報

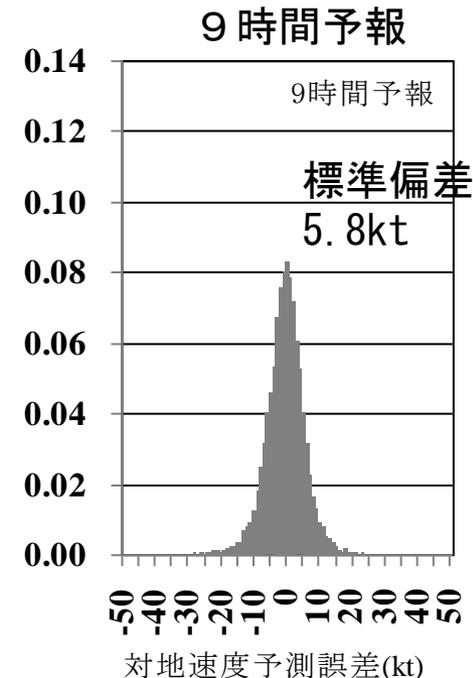
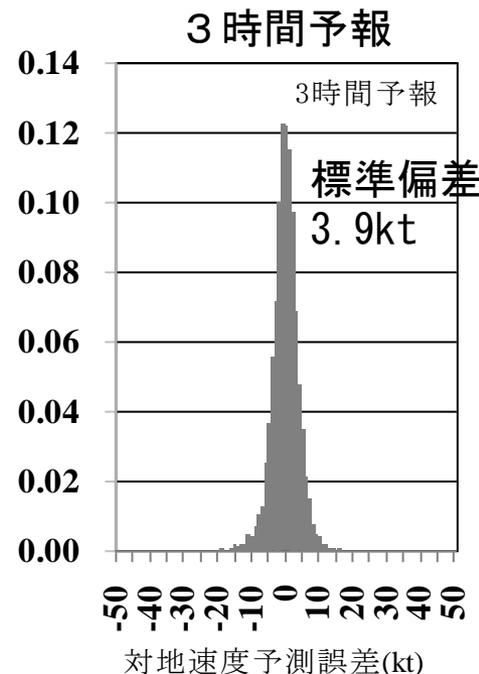


GSM: Global Spectral Model.
MSM: Meso Scale Model



気象予報の解析

- ◆ MSMの3時間予報値、9時間予報値を解析値(0時間予報)を真値とした対地速度誤差(M.84等速飛行)を算出
- ◆ 短時間気象予報の利用による誤差の低減
- ◆ 3時間予報値
 - 平均-0.2kt、標準偏差3.9kt
 - 96%が±8kt以下
- ◆ 誤差が大きい気象現象
 - 台風
 - 積乱雲を伴う対流雲域
 - ジェット気流付近の乱気流





軌道予測の評価

福岡から羽田の8フライト

機種:

B747-400 (①、⑤)

B777-200 (②-④、⑥-⑧)

日付:

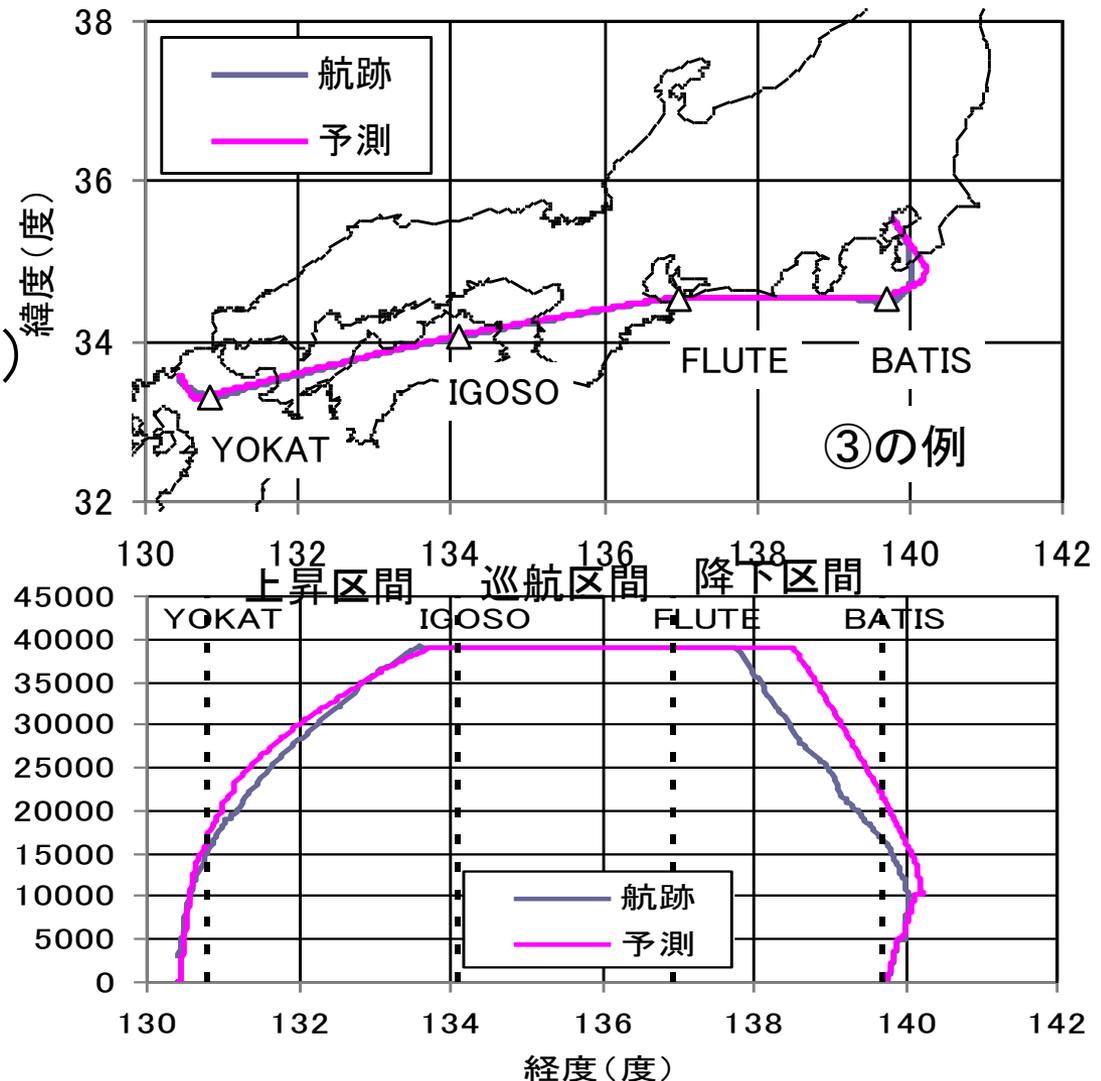
2010年12月の2日間

速度設定:

上昇: BADA標準速度

-20kt

巡航: 飛行計画のTAS

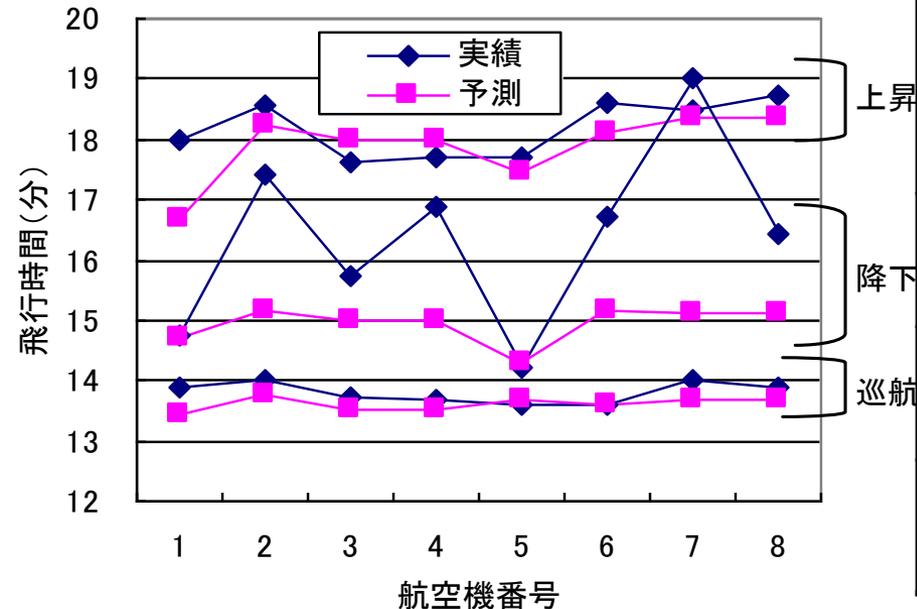


TAS: True Air Speed、

BADA: Base of Aircraft Data



飛行時間の予測誤差



	平均値 (飛行時間に対する割合)	標準偏差
上昇区間	-16.7秒 (1.3%)	31.3秒 (2.4%)
巡航区間	-11.2秒 (1.3%)	10.6秒 (1.2%)
降下区間	-86.9秒 (10.3%)	77.2秒 (9.1%)

- ◆ 巡航区間は、平均値、標準偏差共に小さい
- ◆ 上昇区間は、平均値は小さいが、標準偏差が大きい(フライト毎の速度情報が利用できないため)
- ◆ 降下区間は、平均、標準偏差ともに大きい(飛行計画とは異なる飛行が多いため)



機上情報のダウンリンク方法

ADS-C

飛行状態情報

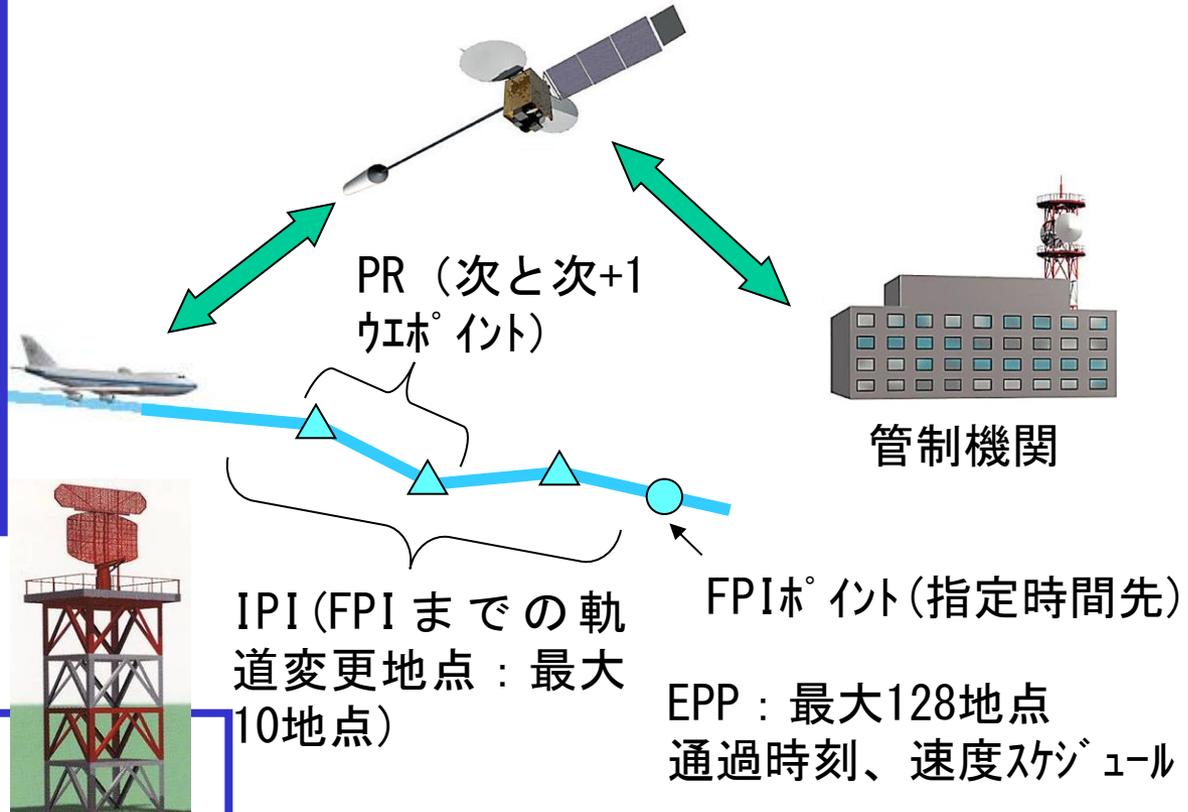
基本（現在位置）、
対気速度、対地速度
_intent情報
(PR, FPI, IPI) グループ

新規格（ATNベースライン2）
intent情報 EPP

SSRモードS DAPs

飛行状態情報

磁方位、トラック角、対地速度、
指示対気速度、ロール角など
intent情報
選択高度



PR: Predicted Route

FPI: Fixed Projected Intent

IPI: Intermediate Projected Intent

EPP: Extended Projected Profile

DAPs: Downlink Aircraft Parameters



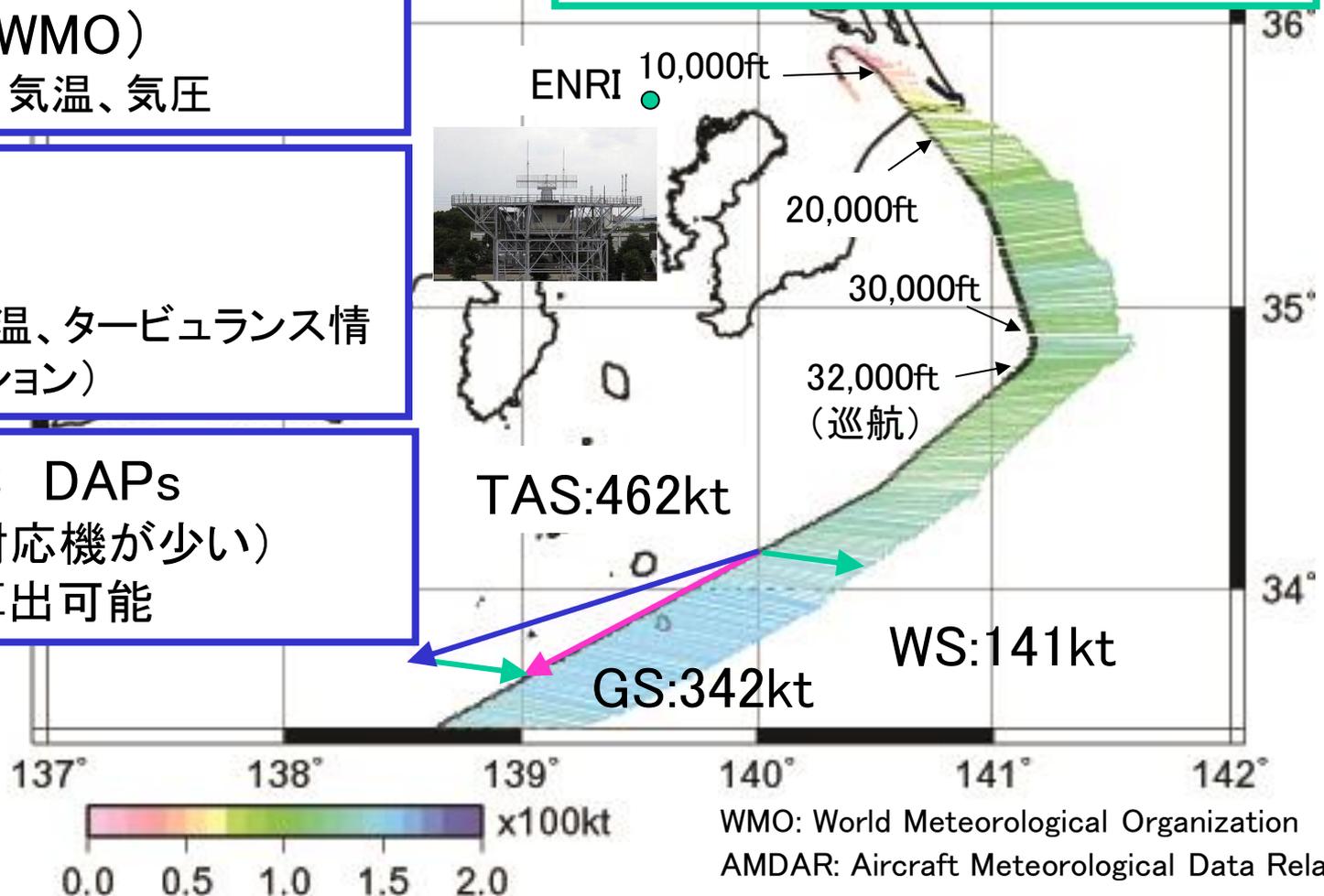
気象情報のダウンリンク方法

ACARSデータリンク
 航空会社→気象庁
 ※AMDAR(WMO)
 風速、風向、気温、気圧

ADS-C
 気象情報
 風速、風向、気温、タービュランス情報、湿度(オプション)

SSRモードS DAPs
 風速、風向(対応機が少ない)
 TAS,GSから算出可能

DAPs(TAS,GS)から算出した
 高層風

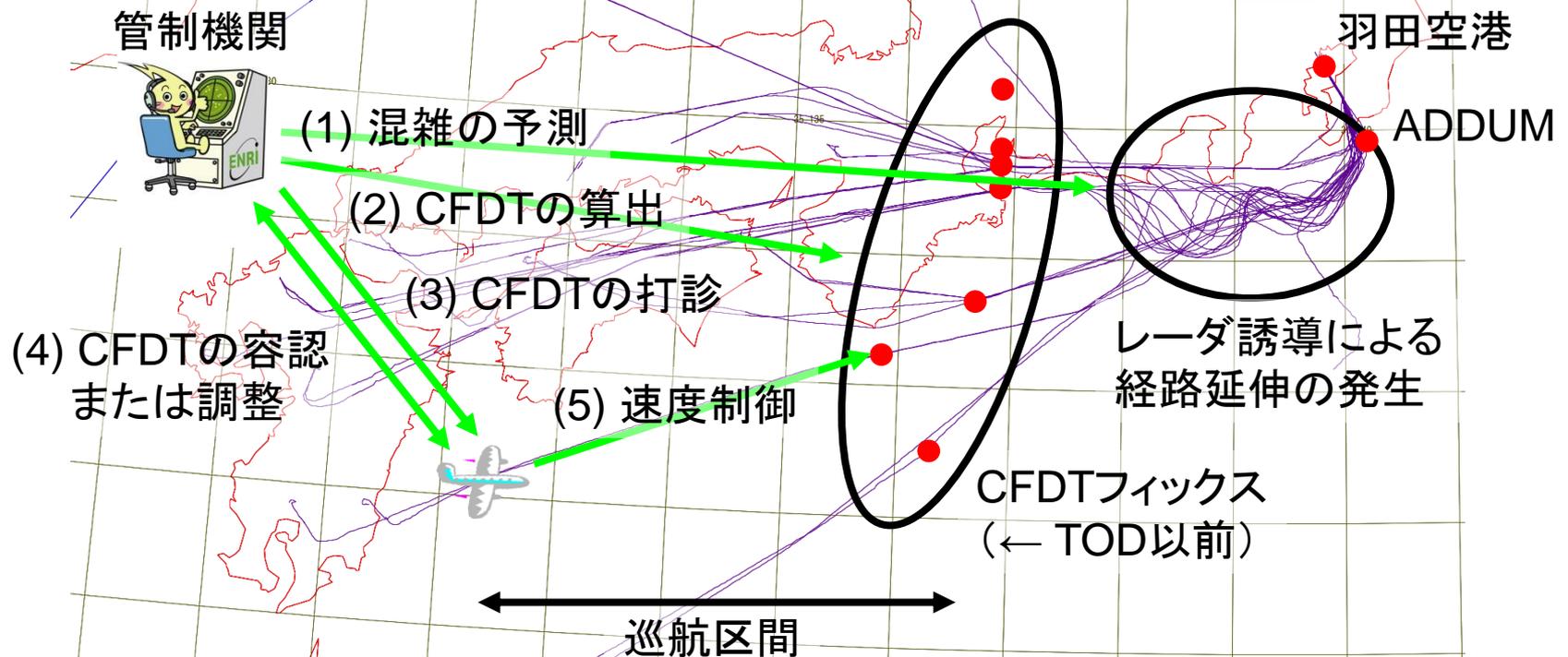


WMO: World Meteorological Organization
 AMDAR: Aircraft Meteorological Data Relay



到着交通流管理のシミュレーション

2010年12月のある1日のピーク時間帯17:30~18:30に羽田空港のターミナル空域へ入域する到着交通流(管理地点ADDUMを通過する航空機27機分)



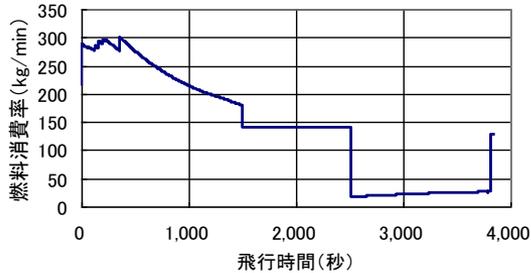
TOD: Top of Descent (降下開始点)

出典: 瀬之口, 福田, ブラウン, 白川, “到着交通流の時間管理に関する一考察”, 第49回飛行機シンポジウム講演集, pp.377-381, 2011年10月

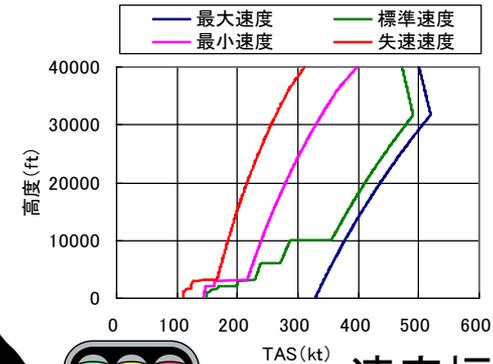


フライトをドライブに例えると

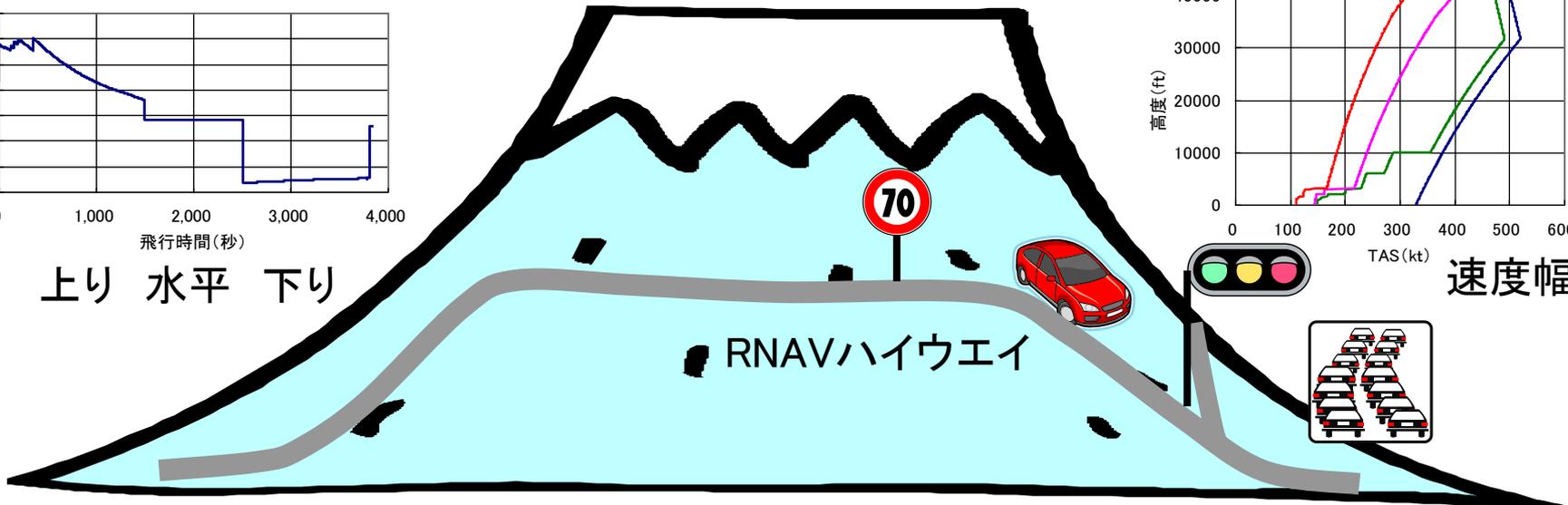
燃費 (/時間)



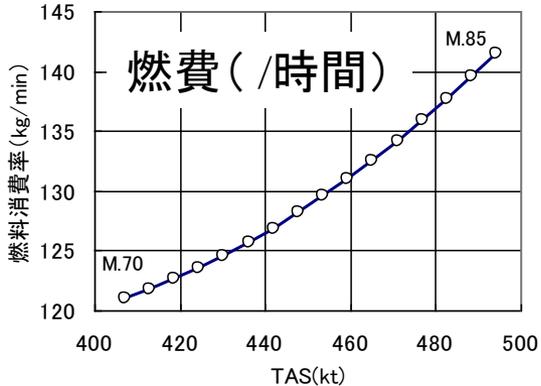
上り 水平 下り



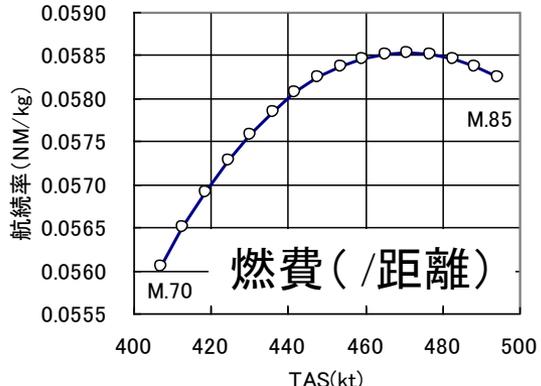
速度幅



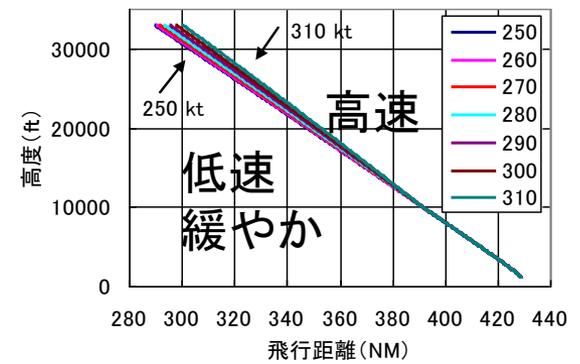
RNAVハイウェイ



巡航速度



巡航速度

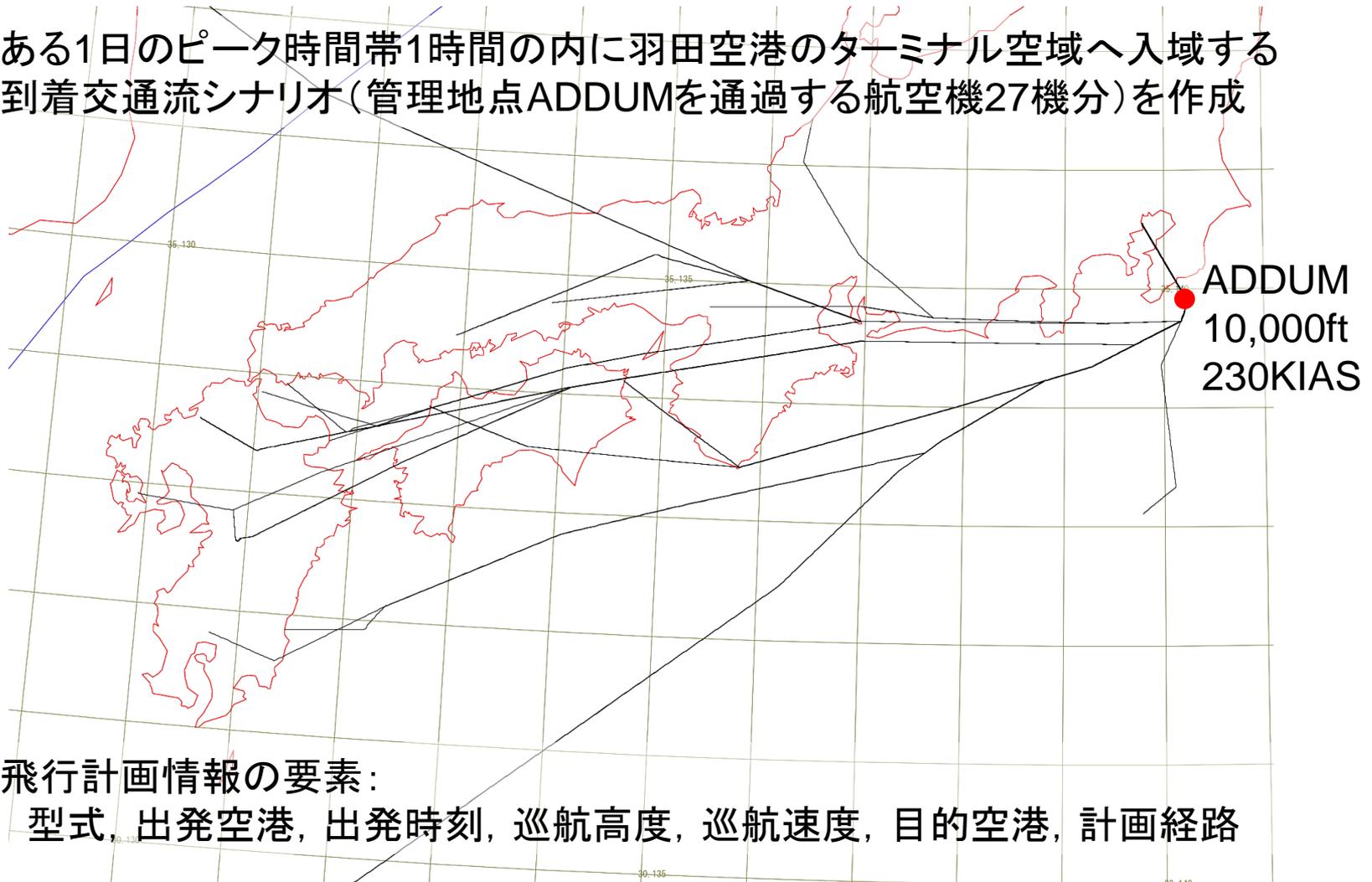


下りの角度



到着交通流シナリオ

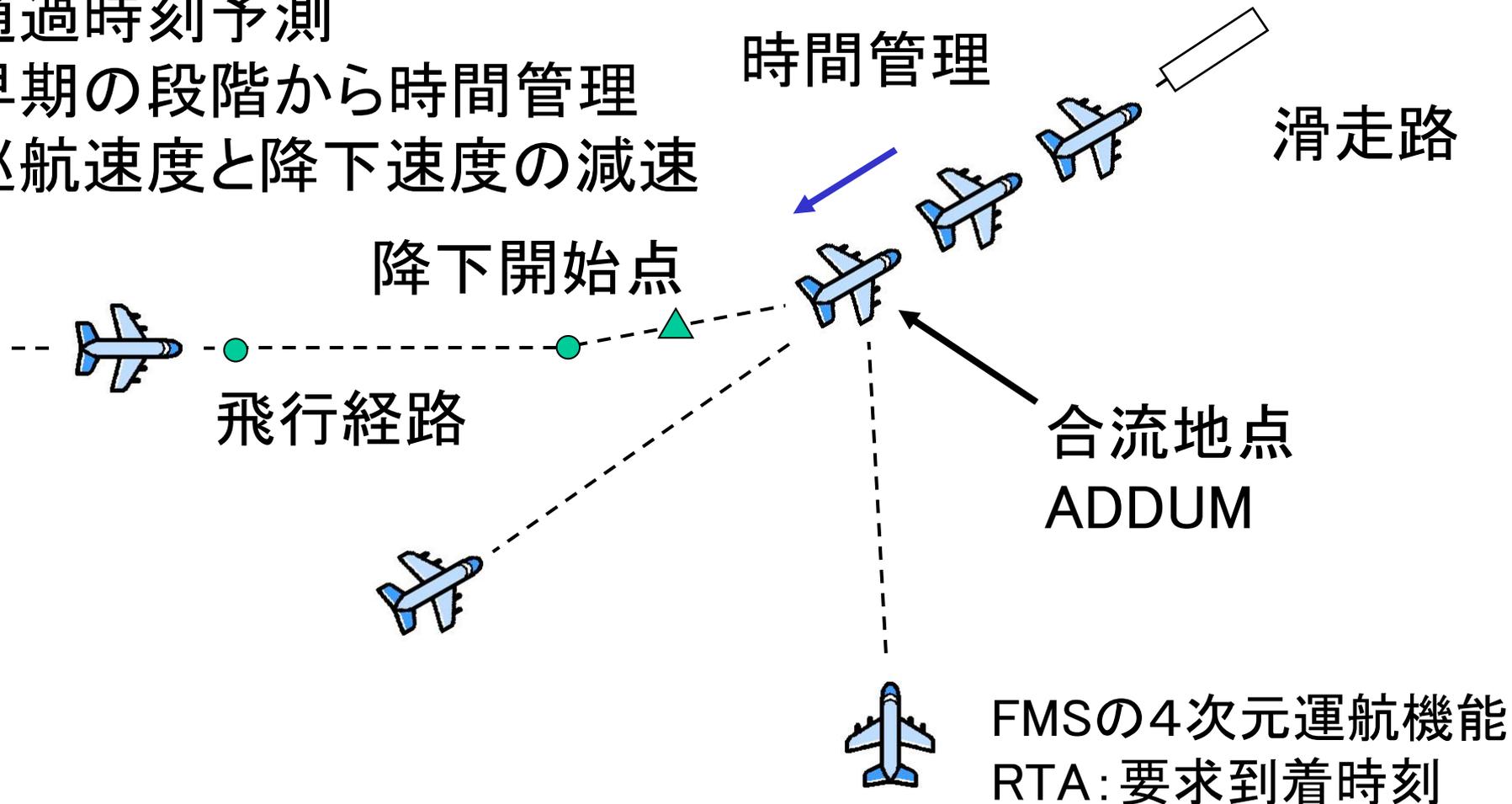
ある1日のピーク時間帯1時間の内に羽田空港のターミナル空域へ入域する到着交通流シナリオ(管理地点ADDUMを通過する航空機27機分)を作成





通過時刻管理

経路に従い合流地点の
通過時刻予測
早期の段階から時間管理
巡航速度と降下速度の減速

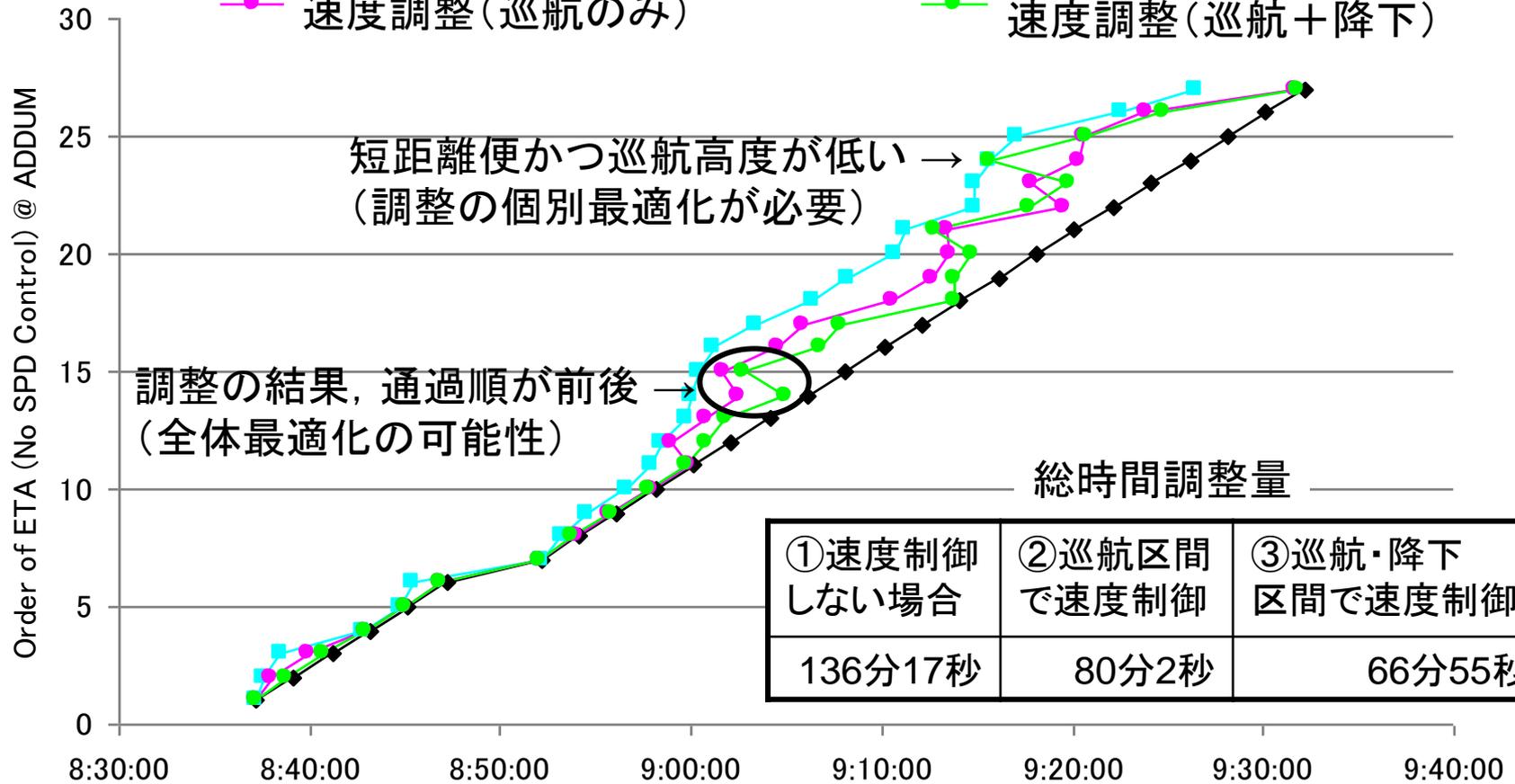




予定通過時刻

- ◆ 目標値(2分間隔)
- 速度調整(巡航のみ)
- 速度調整なし
- 速度調整(巡航+降下)

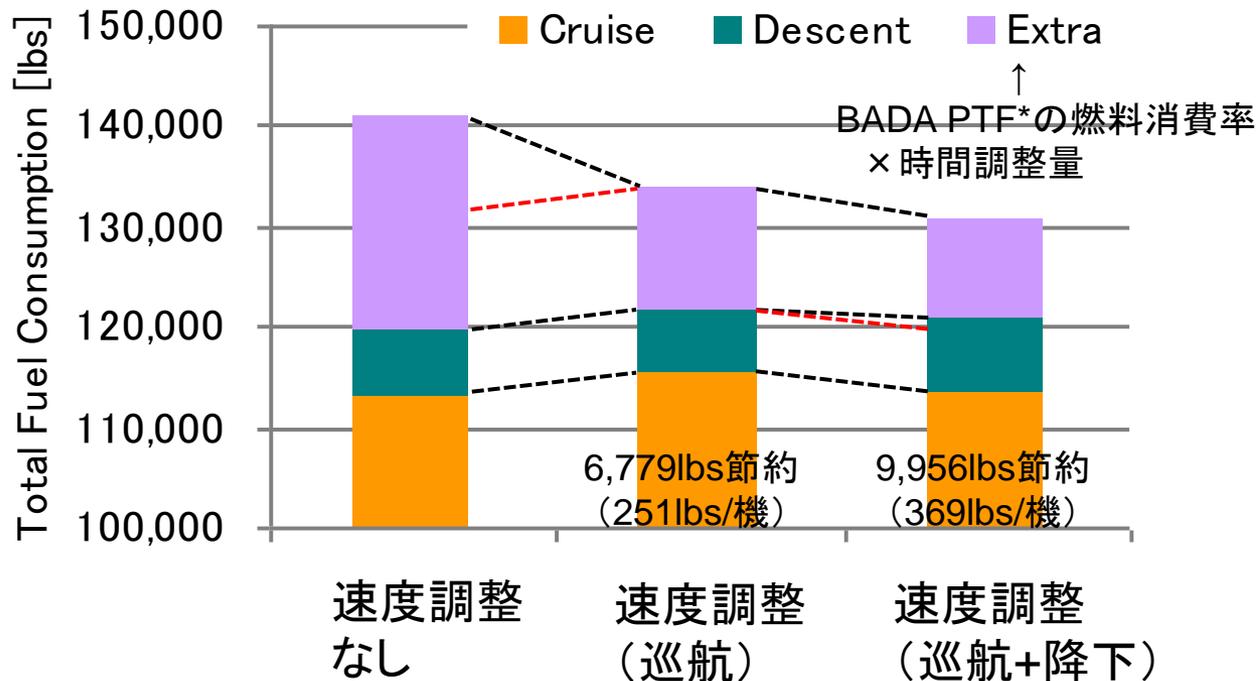
通過順位



通過時刻 Time of Arrival @ ADDUM [hh:mm:ss]



燃料消費量の比較



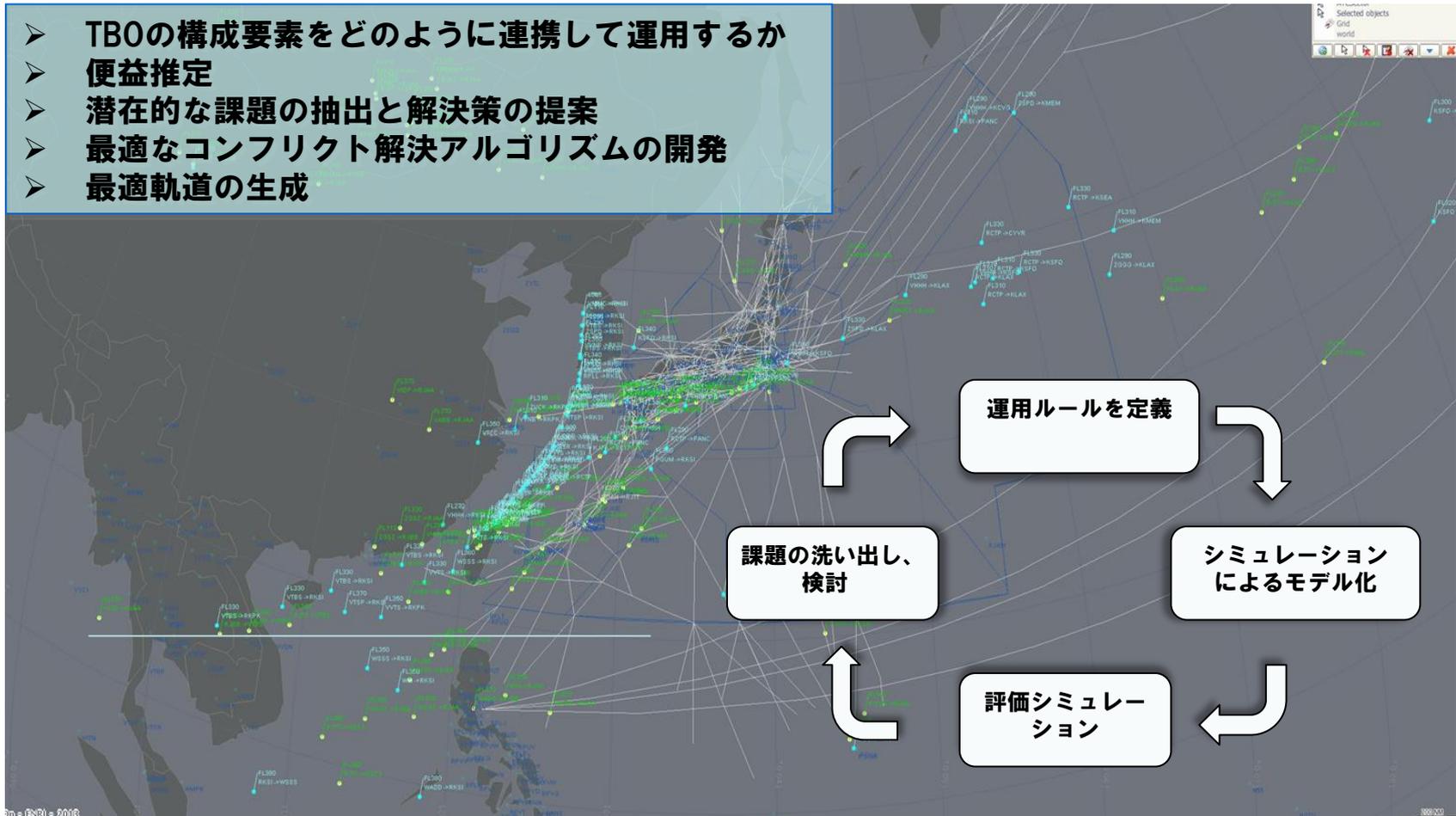
- 全27機の燃料消費量の合計値を比較
- 速度調整をすると、巡航区間や降下区間の燃料は増加するが、時間調整のための経路延伸を想定した10,000ftで水平飛行するExtra燃料の節約効果大きい。

* 高度10,000ft, 真対気速度289knot, 標準重量, 国際標準大気の下でのテーブル値

Full4D軌道ベース運用に関する研究：H25年度 - H28年度

- 電子航法研究所では、日本における**Full4DTBO**（時間管理を含めたTBO）による便益の推定、課題の抽出及び解決方法の提案のために、ファストタイムシミュレーション環境を準備し、TBOを評価する。
- シナリオのターゲット：2030年頃の日本が担当する福岡FIR内の交通量を予測

- TBOの構成要素をどのように連携して運用するか
- 便益推定
- 潜在的な課題の抽出と解決策の提案
- 最適なコンフリクト解決アルゴリズムの開発
- 最適軌道の生成



主な研究課題

需要/容量バランス 軌道同期

- 交通需要を予測し円滑な交通流を形成ために
 - > 高い複雑性と高密度の”ホットスポット”の抽出、コンフリクト管理の実施を判定する指標の定義
 - > 空域の複雑性の指標の開発と高度な自動化システムを想定した潜在的なリスクの洗い出し
- 空港・滑走路容量に対する到着／出発機需要を予測し、最適軌道を作成、交通流を調整

トラジェクトリと安全間隔の管理

- 4DTBOにより管制官の作業負荷をどのように低減するか？
- 異なった環境（洋上、エンルート、ターミナル）に対応した安全間隔確保の手法

ユーザー要求トラジェクトリの実現度-Trajectory Delivery

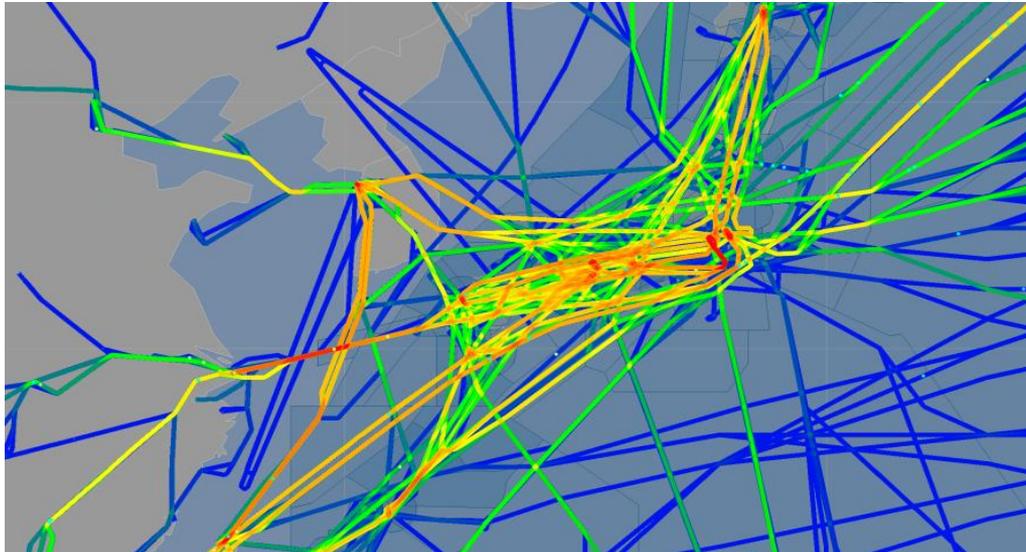
- 運航者が要求したトラジェクトリから合意されたトラジェクトリがどの程度乖離しているか？
- 不確実性の影響、安全性マージンと効率性向上のトレードオフ
- ロバスト性（トラジェクトリ予測誤差、悪天気等に対するロバストネス、安全性／効率のバランス）

ファストタイムシミュレーション

- AirTOP

- エンルートモジュール
- フローコントロールモジュール
 - BADAモデルによる軌道生成
 - フロー（航空交通管理対象機条件指定）の定義
 - 地上遅延、レベルCAP（低高度に抑える）、ホールディング、セクター進入機数
 - ルールのロバスト性（不確実性）
 - 交通量の増加シナリオ

例えば・・・交通密度の可視化

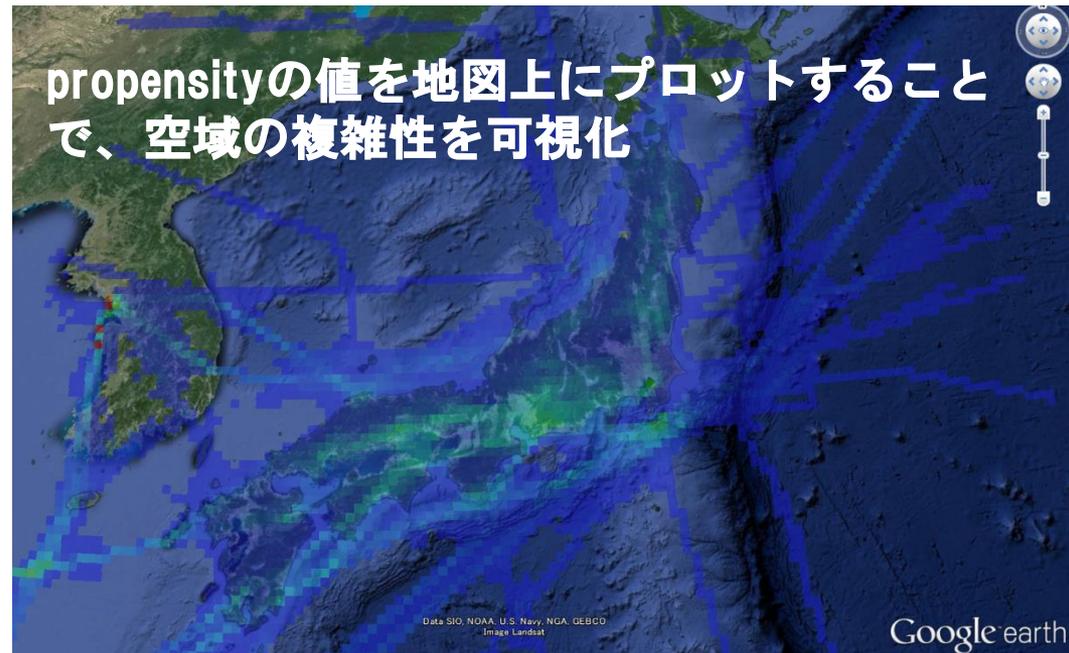
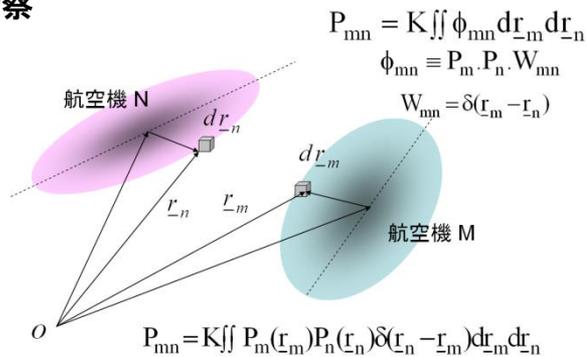


空域の複雑性の指標を可視化

- EUROCONTROL INTEGRA計画
 - **Propensity** 現時点での安全深刻事象（少なくとも速やかな回避行動を要する状況）の発生可能性
 - **Resilience** ひとつの安全深刻事象に対する余裕の程度

Propensityの考え方

航空機の位置の不確定性を、航空機位置を中心として座標系の確率密度関数で表す。位置の不確定性は正規分布を仮定し、航空機対の確率関数同士の相互作用を考察

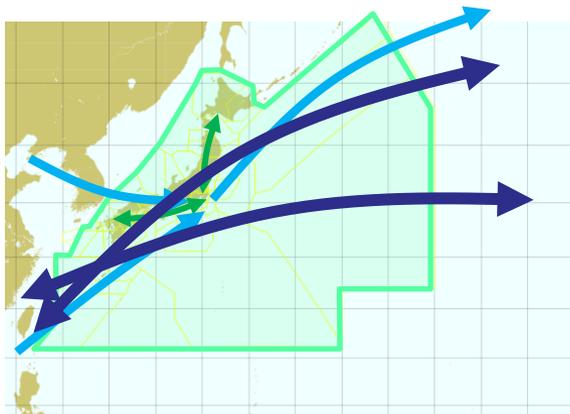


シミュレーションに将来の交通流を再現するために 将来の交通量予測

- 国内線等交通量の割合：航空局の需要予測及びICAOのAsia/Pacific Area Traffic Forecasting Groupのレポートを基に推定
国内線：国際線：上空通過機 = 47%：34%：19%
- 空港配置：現状と同じ
- 空港利用時間：現状と同じ
- 滑走路配置：那覇空港及び福岡空港において一本増設

- 首都圏を含めたオープンスカイ推進（羽田、成田）
- IATAのWSGにおける混雑度が高い空港
レベル3（羽田、成田）
レベル2（新千歳、中部、関西、福岡）
- 国際線貨物のハブ事業の推進（那覇）

IATA: International Air Transport Association 国際航空運送協会
WSG: Worldwide Slot Guidelines



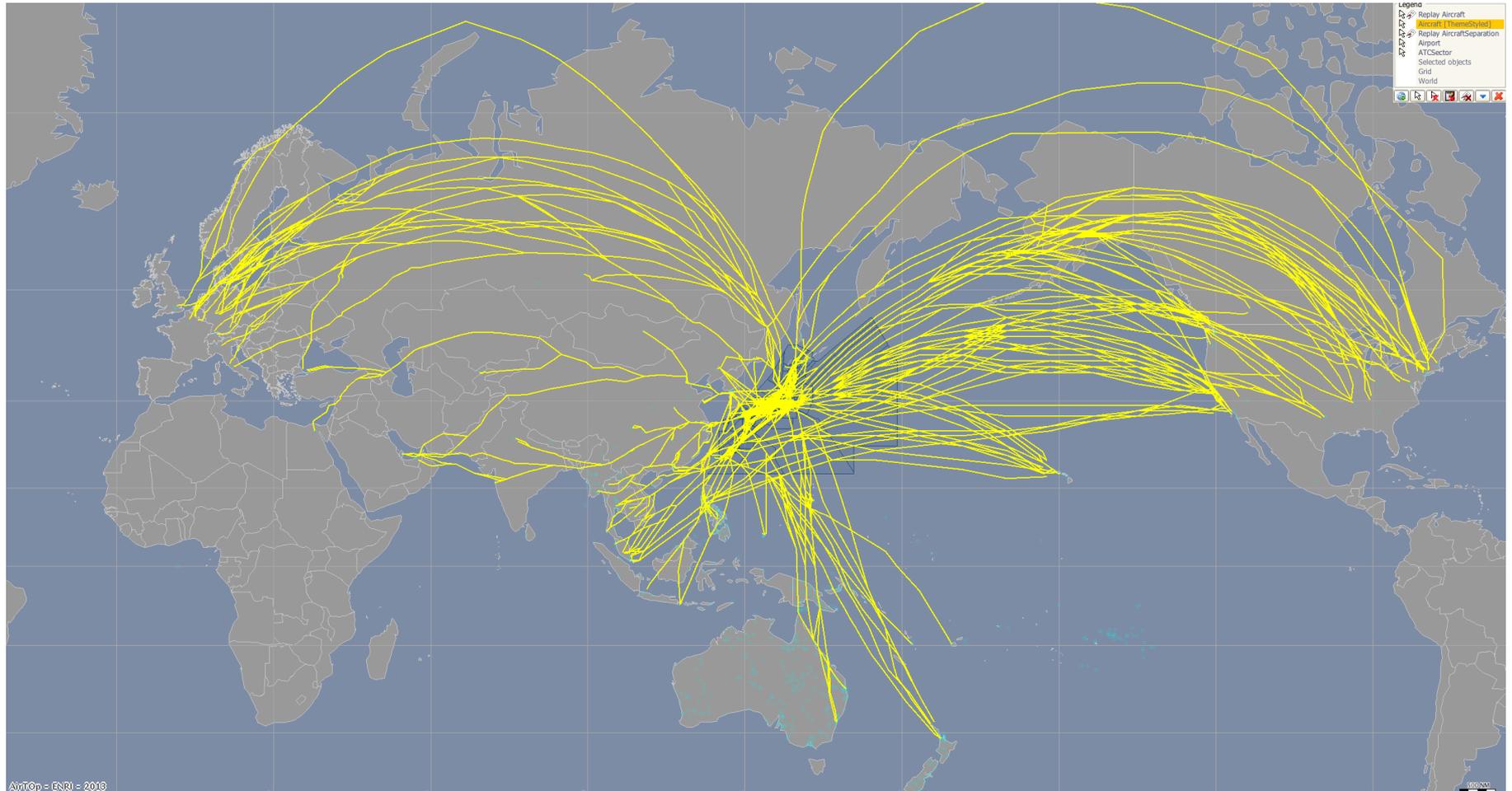
2012年実績と比較した交通量

国内線		1.1倍
国際線	新千歳	1.7倍～2.0倍
	成田	
	羽田	
	中部	
	関西	
	福岡	
	那覇	
その他	1.1倍～1.5倍	
上空通過機		1.7倍

国際線と上空通過機の増加率を高く設定

ベースラインシナリオ

Flight plan routes through Fukuoka FIR (IFR, scheduled carriers) for one day in September 2013.



2014/01/27

日本における TBO シナリオ（平成 25 年度版）（案）

【背景】

TBO アドホック会合において、SESAR のシナリオによって TBO を理解する資料の説明を行った。TBO アドホック会合のメンバーから、日本における TBO 運用を、伊丹－羽田便など具体的な例を示し、今の運航がどのように変わるのか具体的なメリットなどをわかりやすい形で説明されると理解が進むのではないかとの意見が提出された。それらの意見を受け、シナリオのスケルトンモデルを作成した。本シナリオについて、今後各関係者との検討により肉付けを行っていくこととする。グローバルスタンダードは理解したうえで相互運用性は確保しつつ、さらに優れた日本なりの TBO を目指す検討によって、ATMWG における議論に寄与することとする。

【用語の定義】

- 必要に応じ追加していく。下欄に追記することも検討。
- CARATS の略語説明/用語解説にて説明されているものはここに定義しない。
- *e-ATSFPL : xml 形式で定義される、航空会社と ANSP 間で交換される飛行計画情報（将来的にトラジェクトリを直接授受する可能性もあるが航空会社と ANSP 間で必要とされる最小限の項目から構成される）
- *e-ATCCOM: 航空機の機上システムと ANSP システムとで通信されるトラジェクトリを含む情報

【前提】

- 時刻は全て日本時間。
- 伊丹 18:00－羽田 19:10 便の CAB001 便を例にとる。航空機型式は MRJ200 型機 250 名規模の中型機で、2030 年に想定される機上装置はほとんど搭載した新型機。
- なお、航空機搭乗や旅客の案内については、過密路線（FROM/TO 羽田等）と一般路線（地方－地方を結ぶ路線）では仕組みが異なることを想定する。
- T を離陸時刻とする。
- L を着陸時刻とする。
- 航空需要に応じた空港整備や空港インフラ整備については検討の対象としない。ダイヤ作成以降の航空会社と ANSP の行動を主に記述する。
-

【T-104W】 2 年前～1 年前

- 空港オペレーターは、空港のスロットを提示する。
- ANSP は、シミュレーション等により運用等における問題の有無を検討する。また、空港の運用方式や管制部における空域構成等を予測される交通需要に対して運用が可能となるように各種の検討や調整を実施する。
-

【T-52W】1年前～1ヶ月前

- 航空会社は、ダイヤを設定し ANSP へ提示する。
- ANSP は、シミュレーション等により、提示されたダイヤが問題無く、運航可能であることを確認する。特定の空域等に混雑が見られる場合などの傾向を把握しておく。また、空域の処理容量を超過する交通量が予測される場合は、あらかじめ以下の方法等によって、実施可能な対応方法等を検討する。
 - 航空路の構成を航空需要に応じたように最適化させる。
 - 混雑セクターを迂回する経路を混雑時間帯の航空機に対して調整する。
 - 管制部セクターの構成を変更することによる対応の検討。
- 必要に応じて防衛省や米軍に対して空域の使用について調整する。

【T-4W】4週前

- 空港オペレーターは、△△△
- 航空会社は、△△△（スポットアサイメントの時期等の確認）

【T-1W】

- 航空会社は、5日前から飛行計画の提出が可能となるため、国際線からの接続需要が大きい優先便や特別な調整が必要な便については、早期に*e-ATSFPL を提出する。その際に優先順位の ID を付して ANSP と当該情報を共有する。
(航空会社と ANSP で交換する飛行計画の情報モデルについて要検討) ●
- ANSP は、e-ATSFPL を基にシステム内でトラジェクトリを含む FO を作成する。
- ANSP は、特別な優先 ID を割り当てられている飛行計画について、その対応等必要に応じて関係者に確認、ANSP に周知する。(優先便の取り扱いについては今後の検討であるが、最優先のプライオリティが必要な航空機については ATFM 遅延を課さないものとし、必要に応じて、同じ航空会社の他の便にてバランスをとる)
- 特別に気象状況が悪化することが予測されている場合の対応
 - 気象機関は、台風や大雪など運航に大きな影響を与える情報がある場合は、早期に情報をその確度と併せて ANSP に提供する。ANSP から継続して情報提供の依頼がある場合は提供情報の更新頻度をあげる。
 - ANSP は、必要に応じてターゲット日の状況について、航空会社から欠航等の情報を早めに提供するように関係者と調整を開始する。(CDM の中心は ANSP が実施と想定)

○

【T-1D】

- 気象機関は、翌日の気象情報について航空会社/ANSP などの関係者に提供する。
- ANSP は、予測される交通量を基に、明日の運用計画概要をシミュレーション等を用いて作成し、通常は夜に関係者に提供する。ただし、明日の気象状況によって明日の検討や調整の開始時刻を変更し、早い時間から翌日の運用計画概要を作成する(例：12時～21時)
- 航空会社は、翌日のフライトについて、台風等の気象や、機材繰りを勘案してスケ

ジュールの確認を行う。夜の 23 時には国内の主要な運航は終了するため、一旦、明日の便のとりまとめを行い、ANSP に欠航等が決定したものについて情報を送信する。その情報は単なるダイヤ情報ではなく、この時点で理想とされる経路と高度の情報が付与されたものである。

- ANSP は、23 時を締め切りとした明日の運航情報について、問題無く運航ができるかどうかシミュレーションを実施する。シミュレーションによって明確となる問題を解決すべく以下の手法を検討する。
 - 空港混雑に対する対応
 - 気象情報の精査
 - 管制部セクター混雑に対する対応
 - ACC セクターのコンフィギュレーションの最良案の検討
- ANSP は、検討した結果について早朝 2 時を目安に関係者に提供する。

【当日の早朝 4 時】（この時刻から関係者による一日の運航の準備が始まる）

- 気象機関は、一日の気象予報を関係者に配信する。
- 航空会社は、便の接続情報や、スポットアサイメント情報を含めた E-ATSFPL を ANSP に提出する。
- ANSP は、航空会社から提供された e-ATSFPL からトラジェクトリを作成し、当日の運用計画を策定する。
- ANSP は、フローコリドー等の特殊空域の設定を必要に応じて実施する。
- ANSP は、極端な悪天等で交通量が大きく偏る場合は防衛省と当日の空域の使用調整を実施する。
- ANSP は、CDM 会議を開催し、気象情報や本日のトピックについて情報を共有する。（VIP フライトの有無や、各種の訓練などのスペシャルイベントについて）
- ANSP は、昨日の 23 時時点のシミュレーションからの情報と、気象庁からのウェザーブリーフから混雑する空域や空港のアナウンスをする。
- ANSP は、航空会社と一部の航空機について経路の変更等を調整する（トラジェクトリの調整）

【T-12H】

- 航空会社は、航空旅客に対して、本日の CAB001 便の搭乗案内をメールにて実施する。内容は運航情報、遅延情報、搭乗便の搭乗開始予定時刻、搭乗終了予定時刻、搭乗率。航空旅客は、それにより搭乗スケジュールを確認することができる。
- 航空会社は、CAB001 の経路と高度を仮確定させ、必要に応じて変更情報を ANSP に提出する。
- ANSP は、航空会社からの情報を最新のものに置き換えて、予測される出発時刻を航空会社に通報する。

【T-3H】

- ANSP は、空港 CAPACITY 及び空域 CAPACITY を確定させる。これにより、必要な遅延時間等が明確になる。

- ANSP は、CAPACITY に比べて DEMAND が大きい場合において、有効な対策を検討する。
- ANSP は、REROUTING PROGRAMU により、一部の航空機の経路を変更することにより、トータルの遅延が減少することが可能か ANSP システムにクエリーを発する。
- ANSP は、この時間から T-1 時間までが遅延を減少させるいくつかの手法を適用できる時期であることから、いろいろな可能性について検証や調整を繰り返し、航空会社の特定の便に対する経路（トラジェクトリ）変更等について調整する。

【T-2H】

- 航空会社は、経路と高度を確定させ、必要に応じて変更情報を ANSP に提出する
- ANSP は、航空会社からの情報を最新のものに置き換えて、予測される出発時刻を航空会社に通報する。
- 航空会社は、地上ハンドリングの部署に計画を連絡し、地上ハンドリングのスケジュールを更新させる。

【T-1H】

- 航空会社は、航空旅客に対して、搭乗開始時刻と終了時刻を案内する。航空旅客へのゲート番号の案内と搭乗時刻は個人の携帯電話へ通知。もしくは空港到着時に貸与され、搭乗の際に返却する端末にて案内される。
- ANSP は、航空会社から受け取った飛行計画に ANSP システムが作成したトラジェクトリ情報を付与し、航空会社を含む関係者に配信する。
- 航空会社は、受け取ったトラジェクトリ情報を自社システムにて航空機へロード可能な形式に変換する。ANSP システムと航空会社システムのトラジェクトリ算出口ジックと使用する気象情報は基本的に同一であり齟齬がないものとする必要がある。
(齟齬があるものについての調整は要検討) ●

【T-40M】

- 航空旅客は、この時間帯までに空港に着いて、チェックインを済ませなければならない。
- ANSP は、当該便の離陸時刻を確定させる。
- ANSP システムはスポットから離陸滑走路までの地上滑走の経路を離陸時刻を基とした TSAT とともに確定させ、空港 CDM の関係者に配布する。地上滑走経路については、機上装置にデータリンクにて ANSP システムからログオンのタイミングで送信される。

【T-30M】

- 航空旅客のほとんどは、この時間帯までに伊丹空港の出発ロビーゲート前に集合しなければならない。この時刻以降に出発ロビーに来て航空機に乗り込めるのは優良旅客または、追加料金旅客である？

【T-20M】

- 航空旅客は、全ての旅客がこの時間には、機内への乗り込みを済ませなければならない。
- 航空旅客は、これまで十分な情報の提供を受けながらも、空港到着が遅延した場合等においては、当該便に乗ることはできないことは了承する必要がある。しかしながら、次便に空きがある場合は当該便に乗れることとする。この時点で空席待ちの旅客の○×を案内可能とする。
- ANSP_空港は、当該便を予定時刻に出発させるべく、地上システムから提供されるブロックオフ時刻をターゲットにブロックオフした航空機について、システムが表示する飛行場面のディスプレイの予想位置をトレースしながら移動していることを確認する。
- ANSP_空港は、当該出発機に係る使用滑走路や離陸時刻を考慮した運用に留意しているが、不意のゴーアラウンドや到着出発の順番の入れ替え等で出発時刻が変動する場合は、状況を管制システムが監視していることから、システムからの順番入れ替え確認をオーバーライドする。その情報は、自動的に関連システムに送信され、関係者に変更情報は送信される。

【T-0】 【L-70】

- 航空機は、時刻 T を目指して離陸する。この時点までパイロットは機上装置に表示される場面トラジェクトリを参考に、時刻 T をターゲットとして自分が離陸できるようにアクションをすれば良いのが、T 時刻を転機として、今後は指示されたトラジェクトリと到着予定時刻 ETA に沿った運航を意識する。
- 機上装置に表示されるトラジェクトリは ANSP のシステムで算出されたものと同じであるが、パイロットはそのトラジェクトリに沿った運航をしなければならないが、気象状況等が問題ないのか常に未来をサーチしなければならない。将来の状況はシステムが全て管理することになるが変更等においてはパイロットのオーバーライドが必要である。
- ANSP システムは、地上の航空機と、離陸して飛行中ステイタスになった航空機について、混雑空港を目的空港として飛行するものについては、常にシーケンシングする特別な扱いのリストの中で管理される。

【T+15M】 【L-55M】

- 航空機は、空港から最適なプロファイルで巡航高度へ向かう。飛行中の経路変更や磁針路変更は、地上指示に従うこととなる。
- ANSP は、混雑空港における地上からの出域機については、離陸直後に機上装置により間隔を担保する ASAS 運航に自動的に切り替わることも、混雑空港の一部での空域設定によっては実施される。
- 目的空港が混雑空港の場合においては、離陸以降は目的空港到着を意識した運航に機上装置のモードが切り替わる。

【T+20M】 【L-50M】

- 航空機は、巡航状態に入る。巡航中は、気象情報を定期的にダウンリンクする。

- 気象機関は、航空機からダウンリンクされる気象情報を次時間のモデルに投入する。
- 気象機関は、ANSPが管理するタービュランス情報を活用し、タービュランスの原因等から、タービュランス発生予想エリアが今後どのように移動・変化するのか関係者に情報提供する。(飛行中の航空機)
- ANSPは、航空会社又は航空機から特別なリクエストが無い限り航空機の運航に係る指示は出さない。
- ANSPのシステムは、混雑空港を目的地として飛行する航空機については常にシーケンシングし、目的空港の至近のFIXを適切な間隔で着陸可能な時刻に通過できるように機上システムに通過指示を出す。パイロットの確認によって情報は航空機システム及び地上システムで整合性の取れた状態となる。
- ANSPのシステムは、空地の通信状況をANSPのシステムにビジュアルに表示する。
- 航空機は、飛行中の経路変更や磁針路変更は、地上指示に従うこととなる。
- パイロットは、機上システムに表示される悪天情報と目視/体感による進行方向の変更や高度変を実施する場合は、基本的には余裕を持って操作されることが望ましい。
- パイロットは、上記の場合は希望する磁針路や高度をシステムに入力する(パイロットの要求は機上装置の画面に表示される気象情報を参照にしながら元の経路に戻るところまで入力されるのが望ましい=可能であれば常に経路をクローズ状態としておくことが望ましい) 入力された情報はトラジェクトリの変更要望としてダウンリンクされる。
- 航空機の機上装置は、並行して、入力されたトラジェクトリをもとに機上装置において接近探査を行い、要望が他機との関係で困難な場合は、アラートを発する。要望が他機との関係で困難な場合において、両機間で通信が出来る場合はASASによる一時的な間隔の短縮の可能性を探り可能であればその旨をANSPシステムに通信する。
- ANSPシステムは、航空機からの要望にてコンフリクトサーチを行い、問題が無い場合はトラジェクトリの修正を行い、当該情報をアップリンクする。
-

【T+40M】【L-30M】

- 航空機は、降下フェーズに入る。
- 航空機は、あらかじめANSPシステムが到着時刻とシーケンスから降下のためのトラジェクトリを提供しているため、それに沿って飛行をする。
- 航空会社は、△△△
- 航空会社の地上ハンドリング部門は、△△△
- ANSPは、△△△
-

【T+50M】【L-20M】

- 航空機は、△△△
- 航空会社は、△△△
- 航空会社の地上ハンドリング部門は、△△△
- ANSPは、△△△
-

【T+60M】【L-10M】

- 航空機は、△△△
- 航空会社は、△△△
- 航空会社の地上ハンドリング部門は、△△△
- ANSP は、△△△
-

【T+70M】【L-00】

- 航空機は、滑走路に着陸する。
- 航空機は、△△△
- 航空会社は、△△△
- 航空会社の地上ハンドリング部門は、△△△
- ANSP は、△△△
-

【T+90M】【L+20M】

- 航空機は、指示される地上トラジェクトリに沿って、スポットインする。
- 航空機は、△△△
- 航空会社は、△△△
- 航空会社の地上ハンドリング部門は、△△△
- ANSP は、△△△

**2012年に欧州で実施された
initial 4Dシミュレーションについて**

平成26年1月27日
TBO勉強会

■ 目次

- initial 4Dに関連する用語
- initial 4D概要
- initial 4D妥当性検証におけるステップ（実施スケジュール）
- トライアル
 - トライアル概要
 - シナリオ
 - トライアル結果

■ Initial 4Dに関連する用語

■ Automatic Dependent Surveillance (ADS-C)

航空機の機上ナビゲーション・位置修正システムから送信される航空機ID,4D位置等を含む情報に基づき監視する機能。

■ Extended Projected Profile (EPP)

最大128個のウェイポイントの列から構成されるプロファイルである。各ウェイポイントは位置情報(緯度経度、フィックス名)、ETA、想定対気速度、想定高度、垂直制約、水平制約、高度制約、速度制限、通過予定ウェイポイントにおけるRTAの情報を表示可能である。また、現在の総重量、TODにおける総重量や予定速度を表示可能である。

■ ETA min/max

航空機が特定のウェイポイントを通過するように地上側が求める時間幅のことを指す。“reliable RTA interval”とも呼ばれる。

■ Required Time of Arrival (RTA)

フライトが時刻制約に従って飛行することを保証するFMS機能を指す。

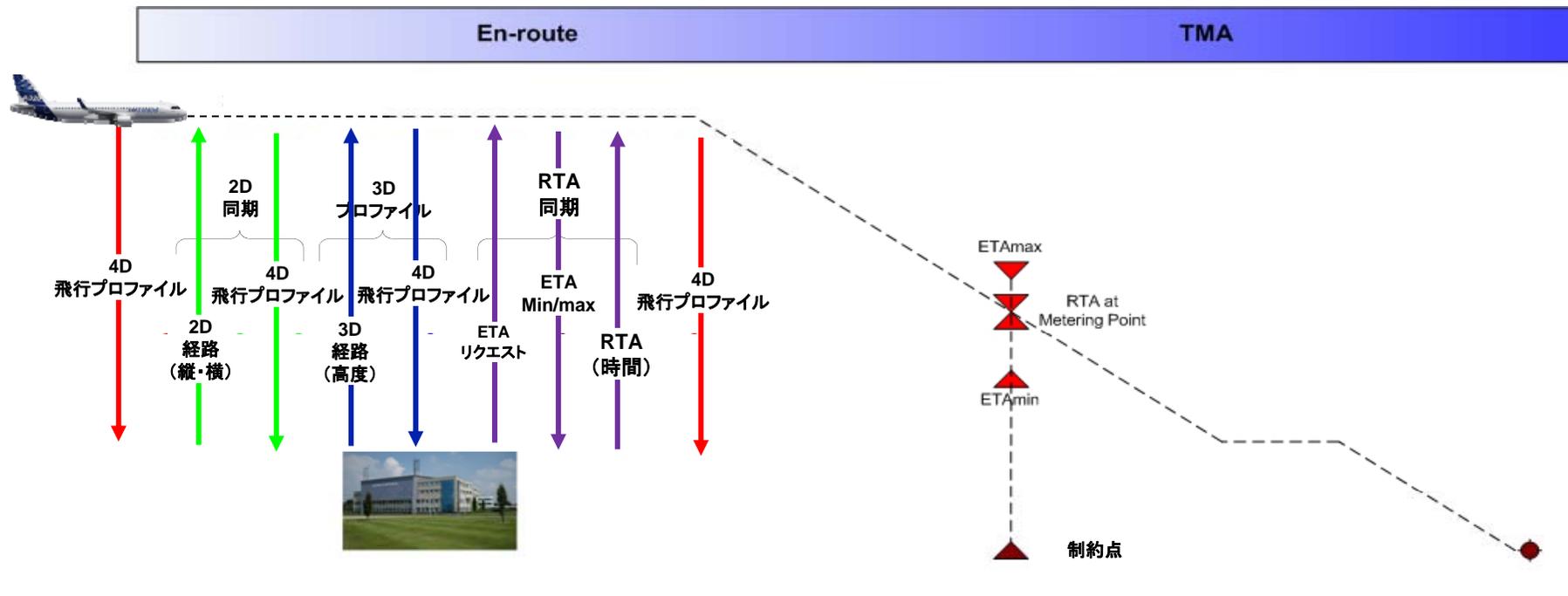
■ initial 4D概要

■ i4Dの主要目的

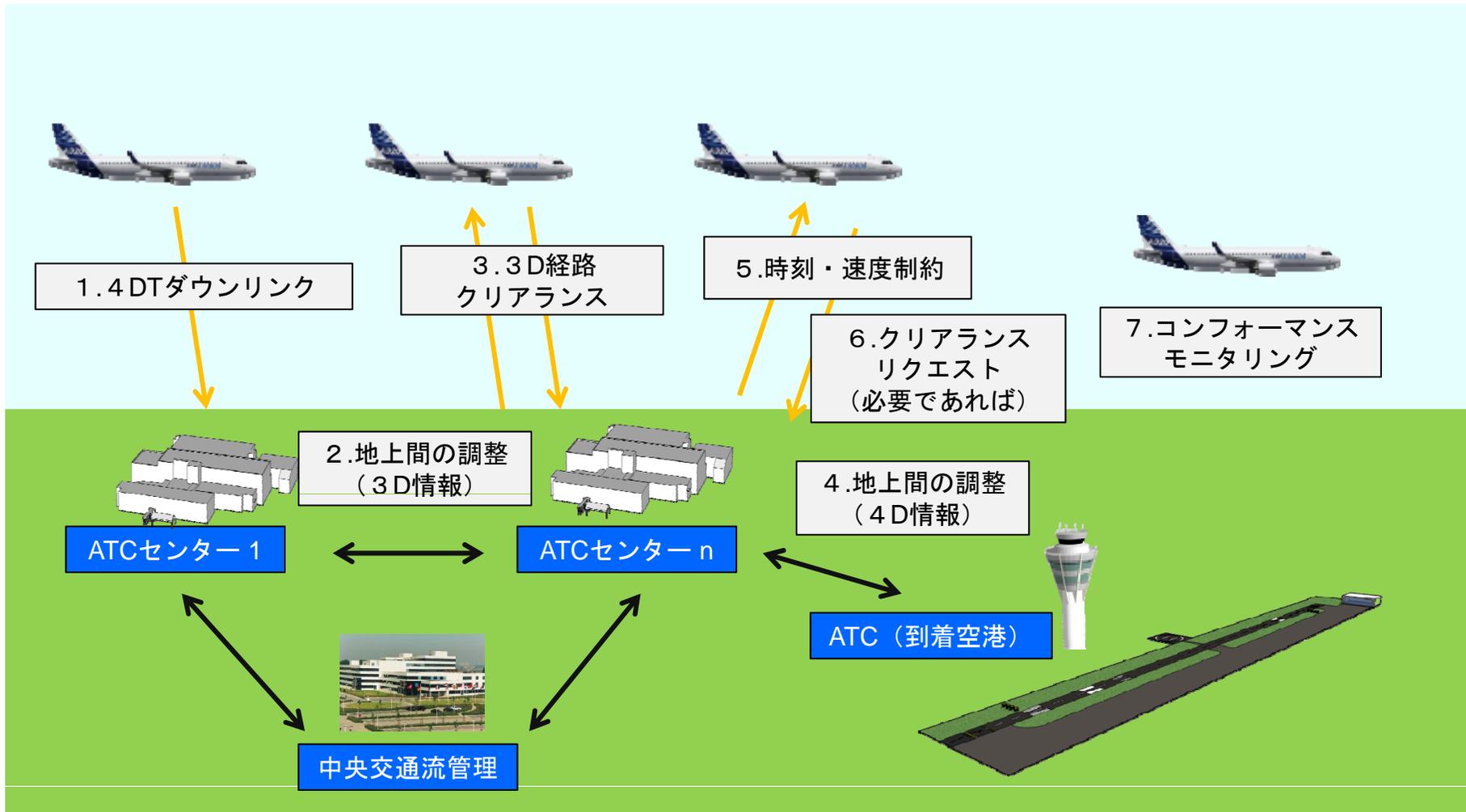
- 地上・機上のトラジェクトリ同期を行う。
- TMA内でのRTAに関する処理を行う。

■ i4Dの運用プロセス

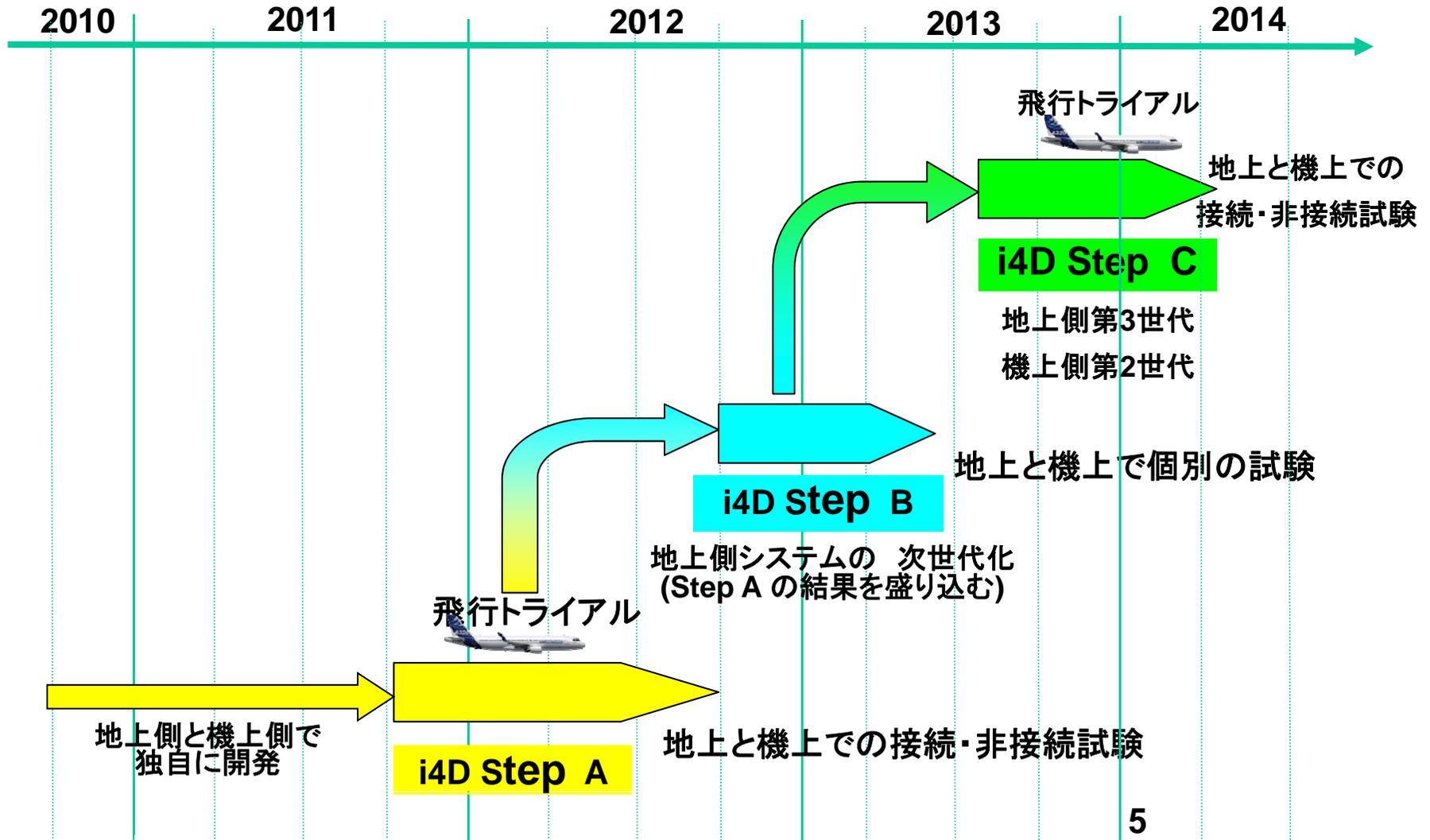
- 地上と機上のトラジェクトリを共有し、同期する。
- 同期後はATCにより定義された時刻制約に従って飛行する。



■ 4D TRADの最終形態



■ i4D妥当性検証におけるステップ



■ トライアル

トライアル概要

シミュレーションの飛行経路等

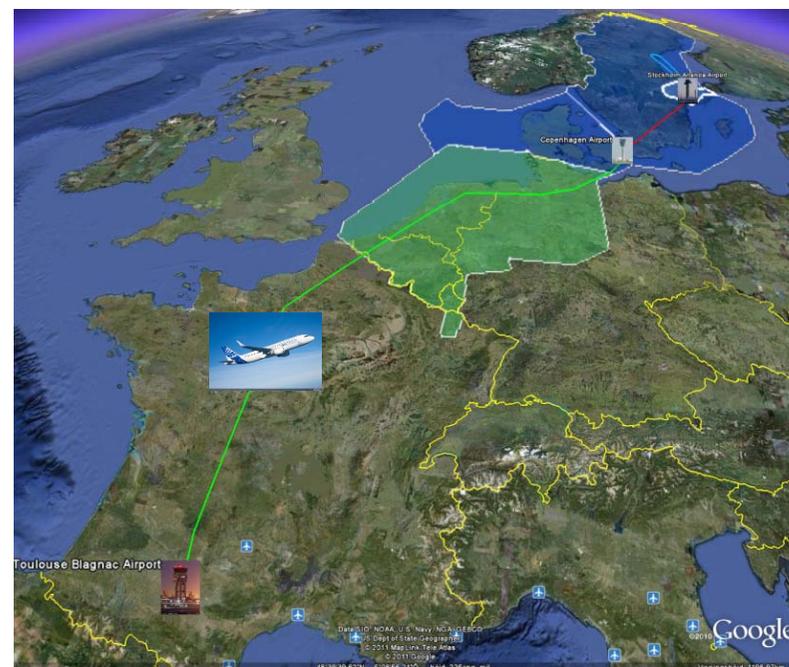
- 実施日時: 2012年2月10日
- 飛行経路: トゥールーズ – コペンハーゲン – スtockホルム – トゥールーズ
- 通過空域: MUAC(マーストリヒト高高度管制部)空域、
LFV(スウェーデン)空域、Naviair(デンマーク)空域

■ 機上側設定

- 実施機種: Airbus A320
- FMS(※ストックホルムで交換)
 - ・ 往路: Honeywell製FMS
 - ・ 復路: Thales製FMS

■ 地上側設定

- MUAC: Indra製FDPS
- NORACON
(LFV:スウェーデン, Naviair:デンマーク)
: Thales製FDPS



■ シミュレーション時の運用

運用時の主な実施事項

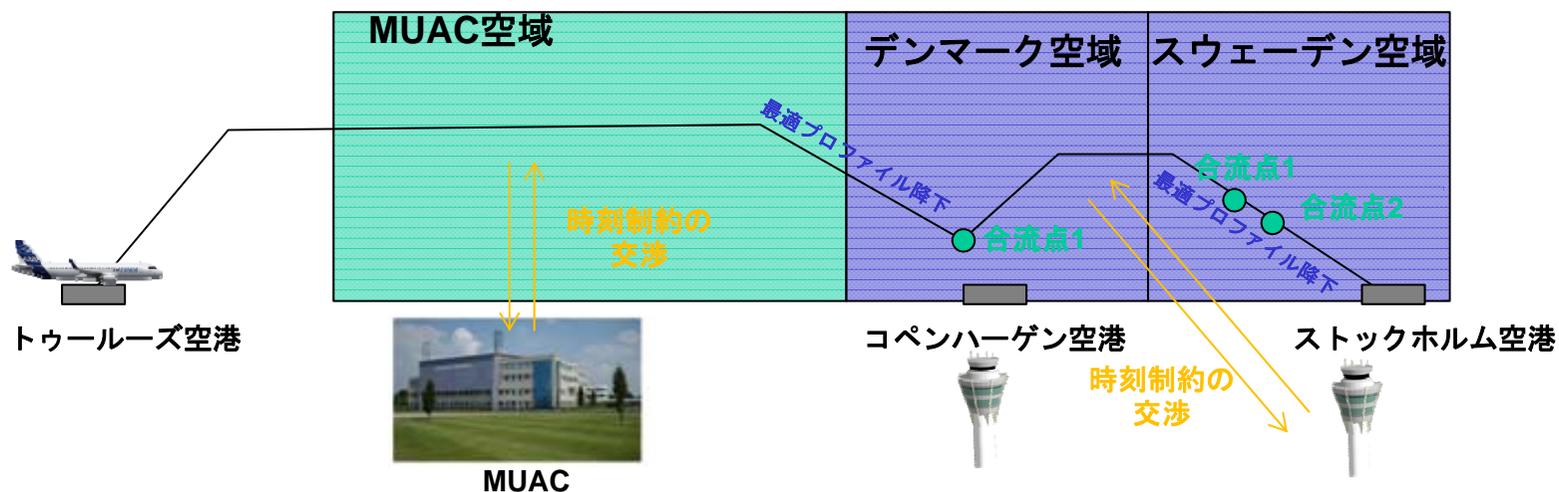
- FDPS(地上側)とFMS(機上側)による2D/3D経路のモニタリング
- データリンクによる2D/3D/4Dのトラジェクトリ交換
- 単一の時刻制約(RTA)に従った飛行
- 時刻制約のアップリンクによる”extended AMAN”のサポート

シミュレーションの戦略

- i4Dコンセプトの妥当性検証のために多くの検証シナリオを検討した。
- 各シナリオは様々な装備レベルのi4D航空機によって実施される。
- シナリオ実施中にはヒトと機械のパフォーマンスについて評価される。
- シミュレーション結果は、本運用コンセプト導入後の影響を調査する。

■ トライアル内でのイベント

- イベント1: MUACと航空機の間でコペンハーゲン空港近くの合流点における時刻制約の調整をデータリンクで実施する。
- イベント2: デンマーク上空にてコペンハーゲン空港への最適プロファイル降下を行う。
- イベント3: コペンハーゲン空港へは着陸せず、最初の合流点到達後に巡航高度へ上昇する。
- イベント4: スtockホルムアーランダ空港への合流点の時刻制約を調整をデータリンクで実施する。
- イベント5: スウェーデン空域内で2点目の合流点まで最適プロファイル降下を行い、その後降下を継続して、着陸する。



■テスト時の具体的な運用方法

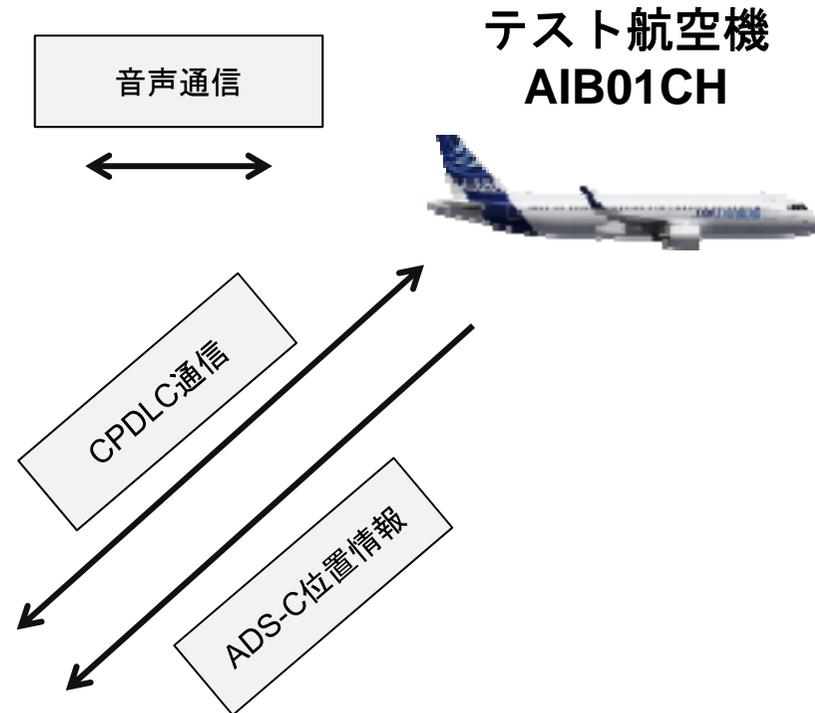
- 他機は基本的に音声による通常運航を行っているため、テスト管制卓のみとCPDLC通信を行う。
 - 飛行する空域担当管制官とは通常通り音声通信を行う。
 - テストチームとは別途CPDLC、ADS-Cの通信を行う。



担当管制官



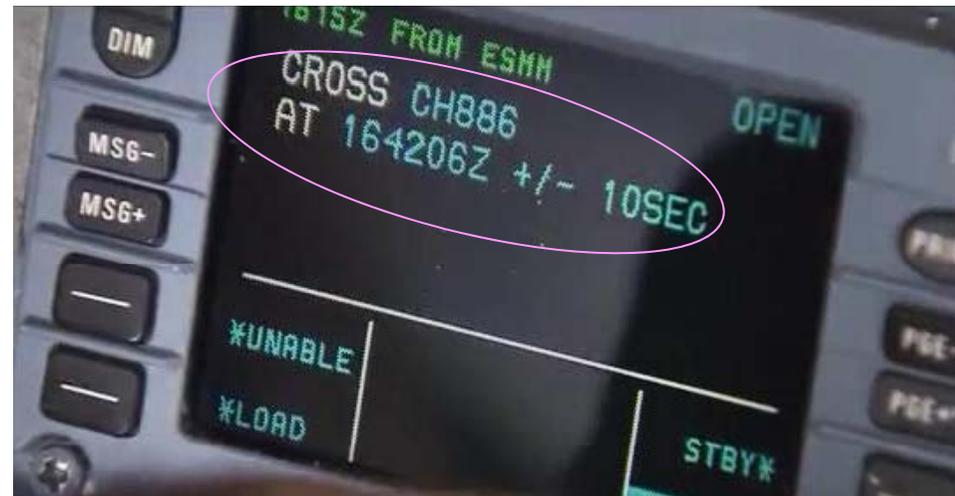
テストチーム



■機上側での表示イメージ



Navigation Display上のRTA表示

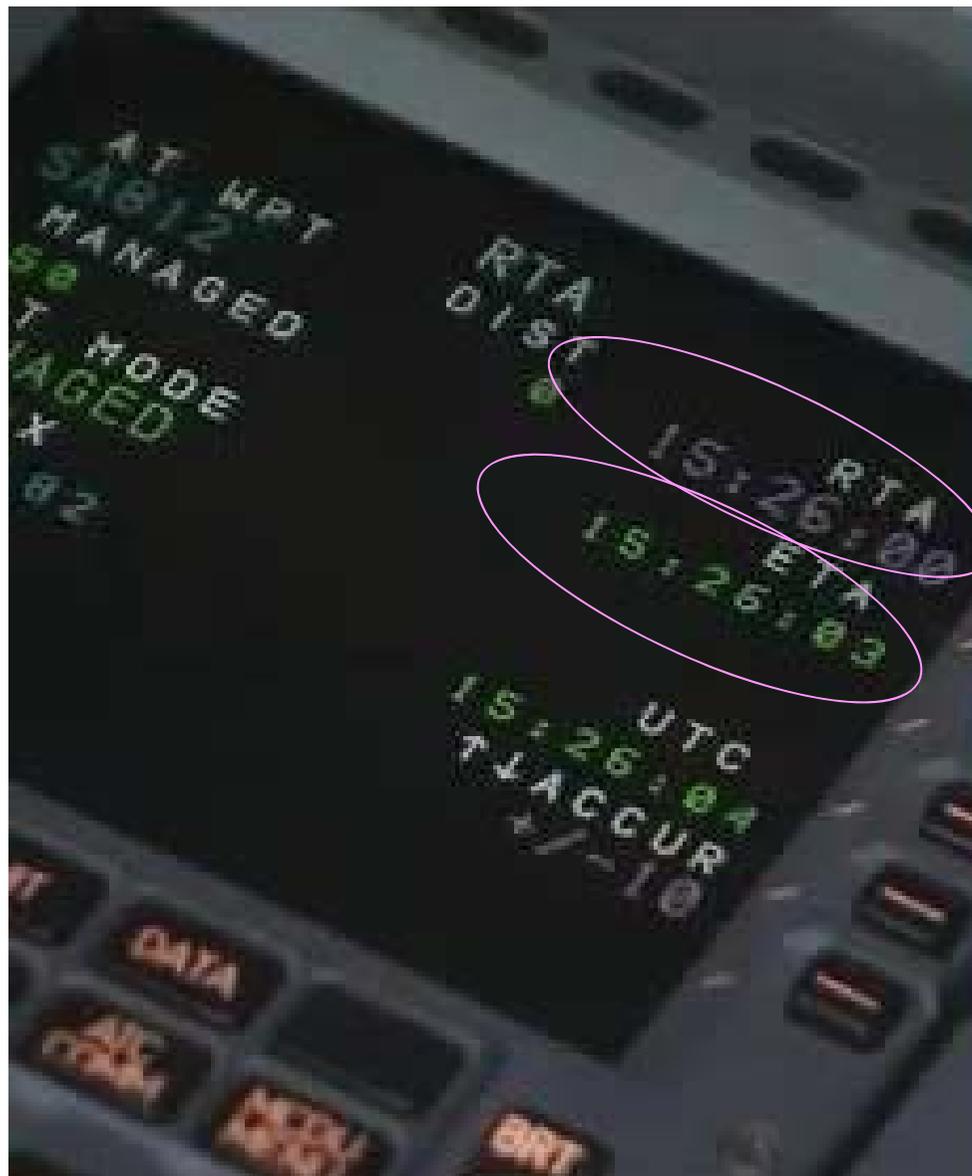


RTA受信時のメッセージ
(10秒以内の誤差指定)

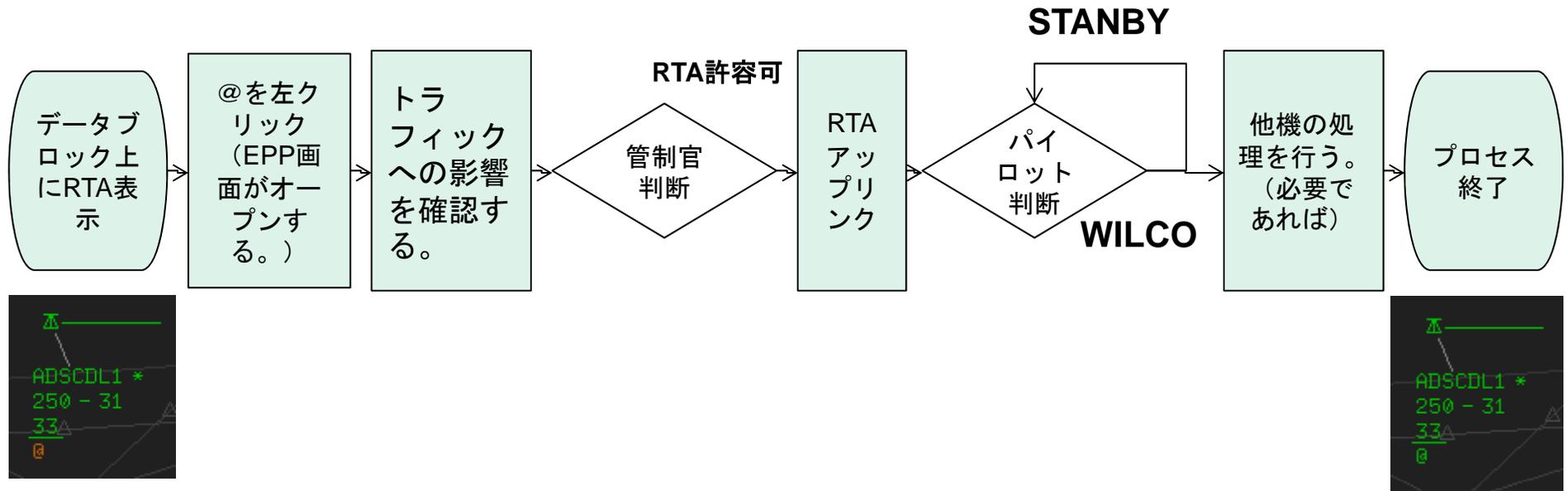
出典 : Eurocontrol initial 4d Movie
<http://youtu.be/Zdaezmqiaj4>

■ 機上側での表示イメージ

RTAとETA表示



■ MUAC HMI(シチュエーション画面)上での表示と処理プロセス



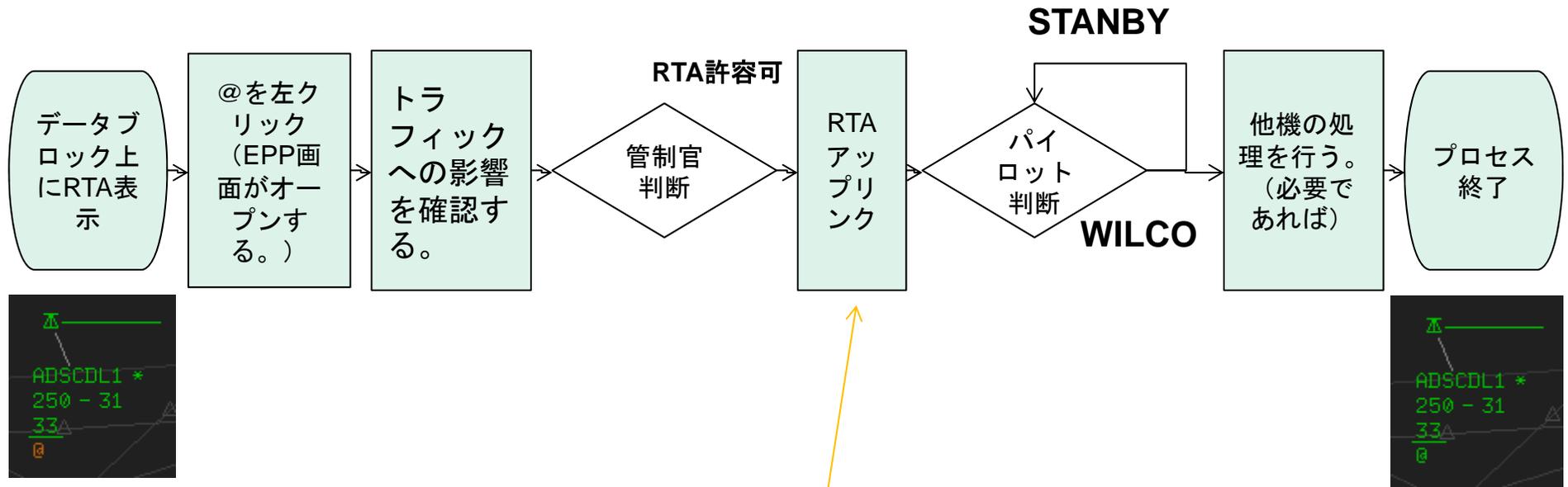
@がRTAリクエストを表す。
(オレンジが受信を示す)

終了時の表示

ADSCDL1		EPP				
POINTS	FL	ETA	SPEED	FL	RTA	SPEED
LORIX	340	10:26:56	M.80			
FUL	340	10:28:56	M.85			
MASEK	340	10:29:46	M.70			
51420783233	330	10:31:06	IAS450			
KEMAD	340	10:32:46	IAS450			
REMB	350	10:34:26	IAS450		10:30	
BULUX	340	10:36:06	IAS450			
PEXAM	340	10:37:46	IAS450			
ADAMO	350	10:39:26	IAS450			

AGE: 10:24 REFRESH CUR/PRED GS: N0332 / UPLINK

■ MUAC HMI(シチュエーション画面)上での表示と処理プロセス



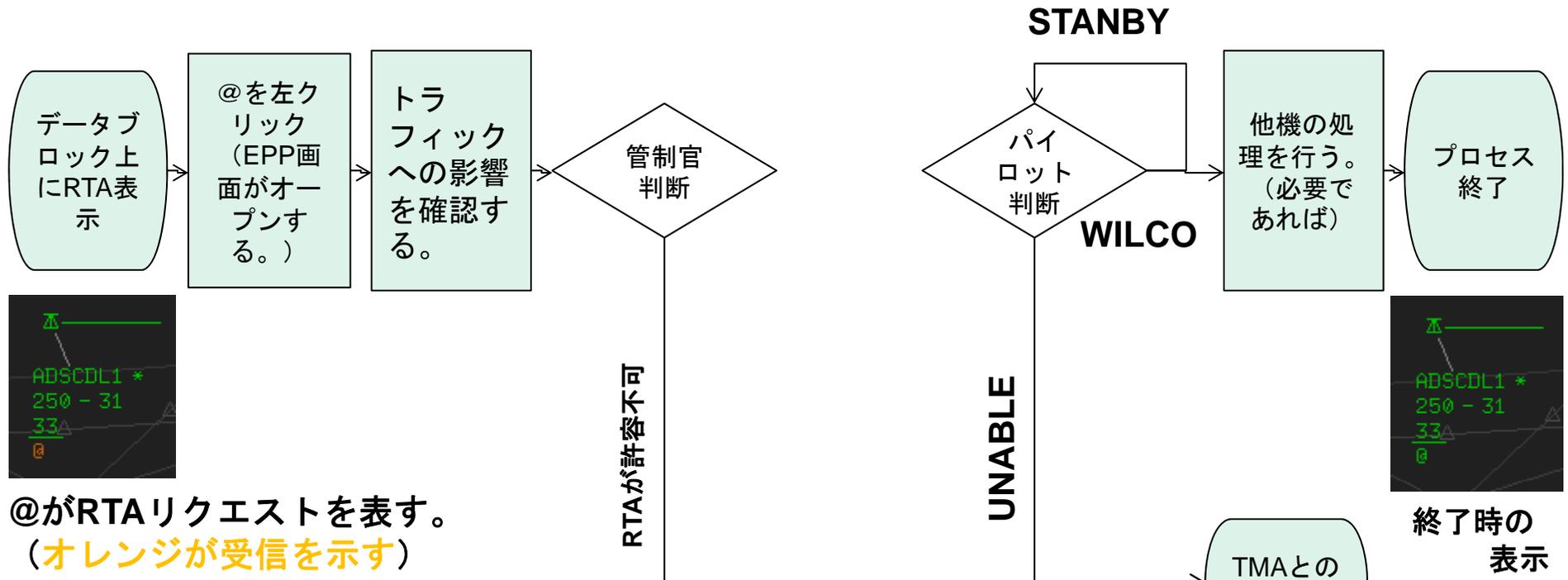
@がRTAリクエストを表す。
(オレンジが受信を示す)

終了時の表示

ADSCDL1		EPP				
POINTS	FL	ETA	SPEED	FL	RTA	SPEED
LORIX	340	10:33:50	M,80			
FUL	340	10:35:50	M,85			
MASEK	340	10:36:40	M,70			
51420783233	330	10:38:00	IAS450			
KEMAD	340	10:39:40	IAS450			
REMB	350	10:41:20	IAS450		10:30	
BULUX	340	10:43:00	IAS450			
PEXAM	340	10:44:40	IAS450			
ADAMO	350	10:46:20	IAS450			

AGE: 10:31 REFRESH CUR/PRED GS: N0332 / **UPLINK** 13

■ MUAC HMI(シチュエーション画面)上での表示と処理プロセス



@がRTAリクエストを表す。
(オレンジが受信を示す)

ADSCDL1	EPP					
POINTS	FL	ETA	SPEED	FL	RTA	SPEED
ARNIX	340	10:41:15	M,80			
FUL	340	10:43:15	M,85			
MASEK	340	10:44:05	M,70			
51420783233	330	10:45:25	IAS450			
KEMAD	340	10:47:05	IAS450			
REMB	350	10:48:45	IAS450		10:30	
BULUX	340	10:50:25	IAS450			
PEXAM	340	10:52:05	IAS450			
ADAMO	350	10:53:45	IAS450			

AGE: 10:39 REFRESH CUR/PRED GS: N0332 / UPLINK

■パイロットとの通信に関するガイドライン

■ RTAに従うことができない場合／RTAをリジェクトする場合

(パイロットからのデータリンク通信があった場合)

- まずアップリンクしたRTAではなく、計算したETA min/maxの範囲を確認する。
 - ・ 注)RTAがリジェクトされた場合は、EPP画面(トラジェクトリが表示される画面)上には全く表示されない。管制官はデータリンクダイアログ画面にて確認しなければならない。



- もしRTAがETA min/maxの範囲内であれば、パイロットとデータ通信する。
- もしRTAがETA min/maxの範囲外であれば、TMAと調整する。

■ RTAが実現不可の場合 (パイロットからの音声通信があった場合)

- 管制官はRTAを即時にキャンセルする。
- TMAにRTAの状態とリクエスト指示を通知・調整する。

■管制HMI上での航空機情報の表示

AIB01CH AIRBUS-INDUSTRIE TSM COORD CPDLC MSG RTE X

A320 /M N0460 LFBO EKCH | ECL340 | HELEN 0751 340 | 132.635

AIB01CH F340 H032 IA5274 M0.79 | G50389 -

AIB01CH EPP VIEWER (AIR)
EPP AGE: 07:42

POINTS	FL	ETA	SP
ABCMB	340		
5021N00302E	340		M.79
ABVEK	340	07:42:26	M.79
ABADU	340	07:43:34	M.79
FERDI	340	07:47:29	M.79
HELEN	340	07:50:44	M.79
TOLEN	340	07:53:42	M.79
STD	340	07:55:48	M.79
EKROS	340	08:00:47	M.79

5031N00321E 0743 340 ECL340 DEC
ADUTO 0743 340 ECL340 DEC
FERDI 0747 340 ECL340 DEC
HELEN 0751 340 ECL340 DEC
TOLEN 0754 340 ECL340 DEC
STD 0756 340 ECL340 DEC

地上側で計算した位置情報

機上側からダウンリンクされた位置情報

地上側で計算した情報よりも機上からダウンリンクされた情報の方が情報が多く、精度が高い。

■ 地上側での制約設定操作

- 各通過位置毎に制限を容易に入力できる仕組みになっている。
- TMA側からのリクエストについても同じインタフェースで操作を行う。



CPDLC表示画面

高度制限を選択してアップリンク

■ RTAに関する管制側の航空機の取扱い

■ i4D対応機とi4D非対応機の優先度の違い

- 違いは全くない。ワークロードが増加した場合には安全な管制運用が最優先される。

■ RTA指示機とRTA非指示機の優先度の違い

- 航空機間の違いはない。ただし、RTAは可能な限り優先される。

■ RTA指示と針路・高度・直行指示の優先度の違い

- 可能であればRTAを維持する。
- もしRTAに従うことができない場合、パイロットが音声で報告する。それに基づき、新しいRTAプロセスが開始される。

■ CPDLCにおいて使用する用語

■ RTAをキャンセルする場合

- CANCEL RTA (*position*) [(理由, e.g. weather, no delay expected)]
 - ・ 他の指示を追加可能。例: MAINTAIN CURRENT SPEED

■ 新RTAの再設定を行う場合

- CANCEL RTA (*position*) [EXPECT NEW RTA]

■ RTA / HDGを設定する場合

- ベクタ指示 (CONTINUE PRESENT HEADING, TURN LEFT HEADING) + RETAIN RTA (*position*)
 - ・ 速度を変えずにベクタによりRTAを維持するという意図を明確にするために RETAIN RTAを付ける。
 - ・ 全てのプロファイル変更に関する指示は後ろにCANCEL/RETAIN RTAが設定されなければならない。
- RESUME OWN NAVIGATION + RESUME RTA (*position*)
 - ・ もしベクタ終了後にRTAを維持する場合はRESUME RTAを使用する。

ビデオ紹介

■ トライアルの結果

■ 結果

- i4D運用において史上初の飛行トライアルに成功した。
- 地上側のFDPSと機上側のFMSがi4D運用に対応し、トラジェクトリ同期が可能であることを検証した。
- 時刻制約に従った飛行および最適プロファイル飛行が可能であることを検証した。

■ 次のステップ

- 2012年末、2013年度中に新たなトライアルが行われる予定。(現時点では実施の情報は公開されていない。)
- 技術向上、不具合補修、運用手順の修正やツールの改善点の調査のために更なるトライアルが予定されている。
- CPDLCについては今回のトライアルでは基本的にバックグラウンドでテストを行っており、高密度の実運用環境下での実現性検証が必要となる。