

航空交通管理に関する研究

平成30年5月31日
航空交通管理領域

- 航空交通量の増大
- 空域の制限
- 大規模空港への交通の集中



- 航空交通の滞留・渋滞
- 飛行時間の増加
- 管制官の過負荷

航空交通管理 の改善により

- ・ 航空機の運航を効率化
- ・ 管制官の負担を軽減

1. 「空地協調」の流れへの対応

- ・機上システム(FMS、ADS-B etc.)の進歩をふまえ、
機上～地上を統合した視点で研究開発 「空地間の情報共有」

2. 航空機の運航に関わる各種データの活用

- ・様々なソース(情報源)からのデータを用いて詳細な交通分析やシミュレーションを実施

3. 新たなシミュレーション実験環境の構築

- ・近年はファストタイムシミュレーション中心。(管制官・パイロット参加による大規模リアルタイムシミュレーションの必要性)

- ・地上/機上、人/システムの最適な機能分担を検討する必要



重点

陸域UPR
に対応した
空域編成

継続降下
運航の運
用拡大

遠隔型空港業
務支援システム

フリールーティ
ング空域にお
けるTBO

指定

拡張型到着管理

リスク評価手法

基盤・萌芽

中期コンフリクト

無人機

ヒューマン
ファクター
(レジリエンス等)

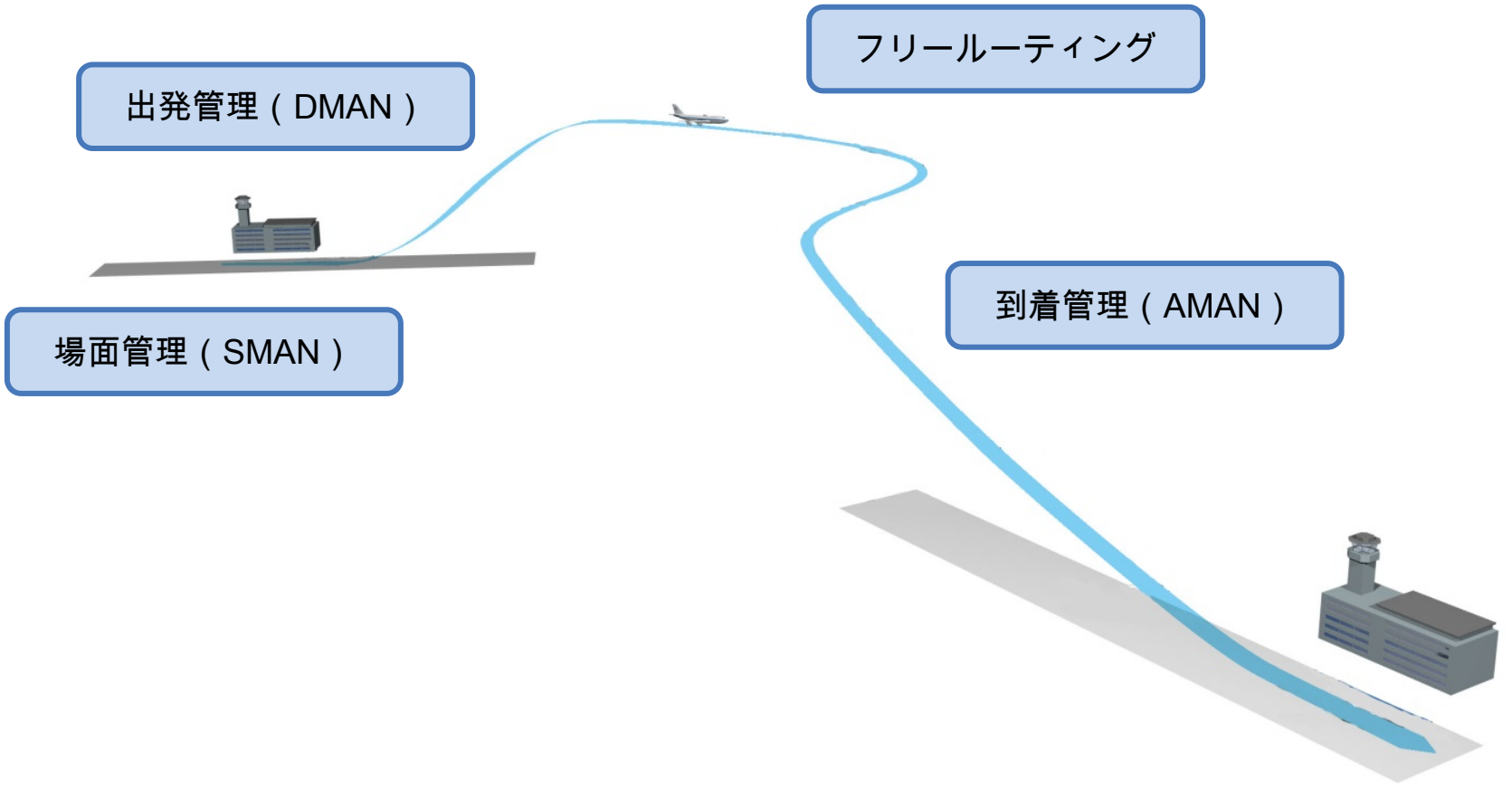
機械学習・最適化

データ管理

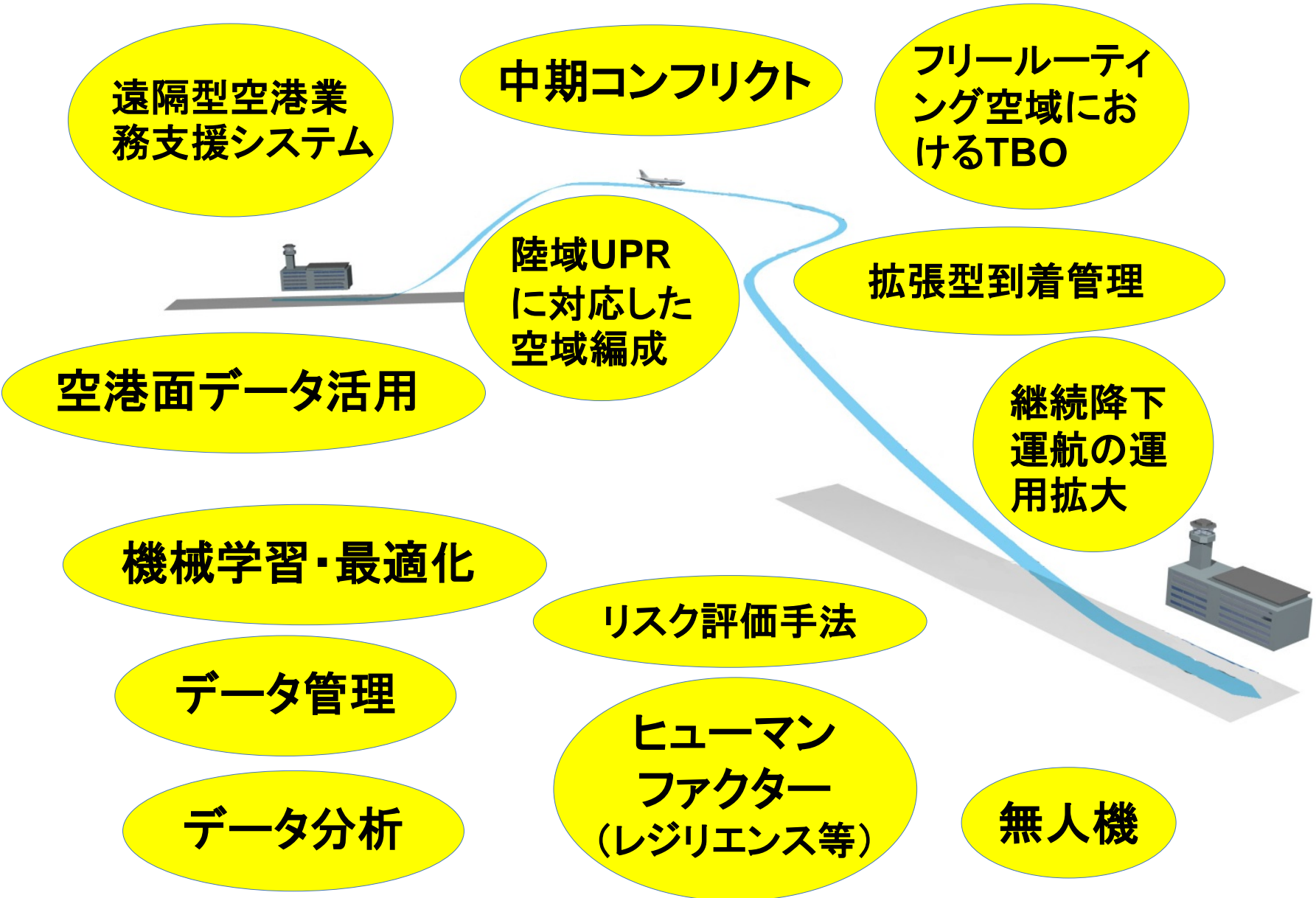
空港面データ活用

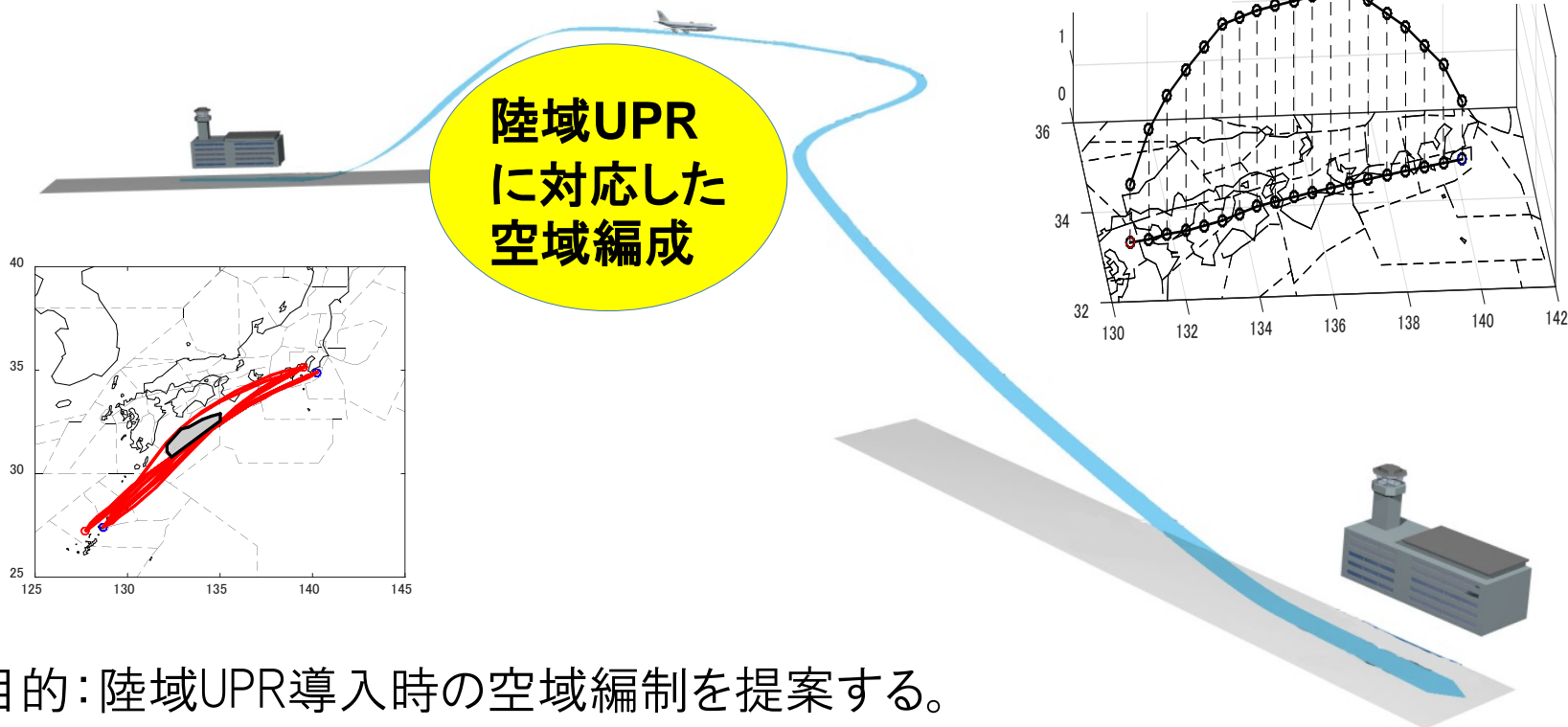
データ分析

◆ 軌道ベース運用 (4 DTBO)



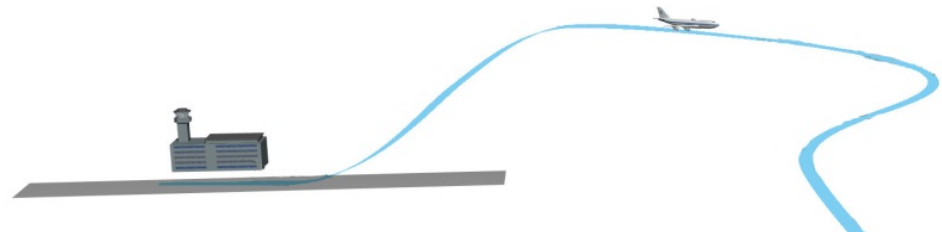
航空機の高精度な4次元軌道(位置+時間)を管理し、効率的な運航を実現



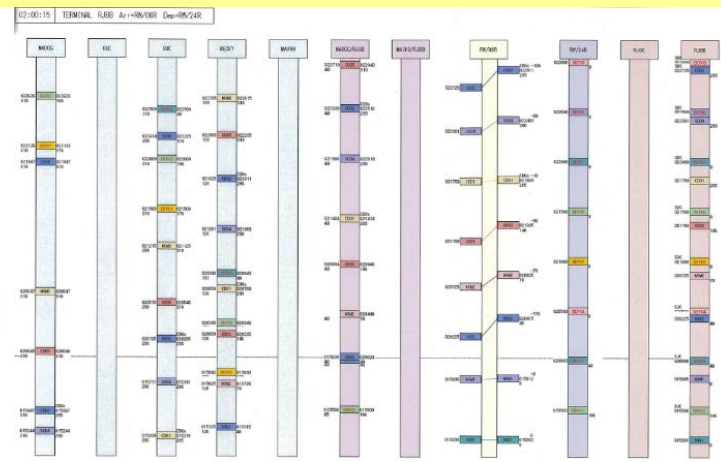


- ◆ 目的：陸域UPR導入時の空域編成を提案する。
- ◆ 管制官作業量に基づく空域編成の意思決定支援手法の提案
- ◆ 経路選択による潜在便益の推定
- ◆ 制限を考慮した軌道計算機能の実装

◆ 関西国際空港について、「混雑時間帯でのCDO実現」を目指す



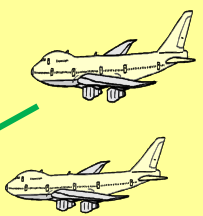
→運用拡大に条件を示し管制官の判断を支援するツールを作成する



タイムライン表示

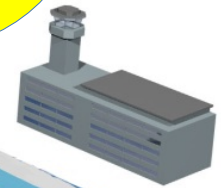
**継続降下
運航の運用
拡大**

**省エネルギーな
連続降下運航(CDO)**



現行着陸方式

水平飛行時にエンジン
推力を上げる必要がある



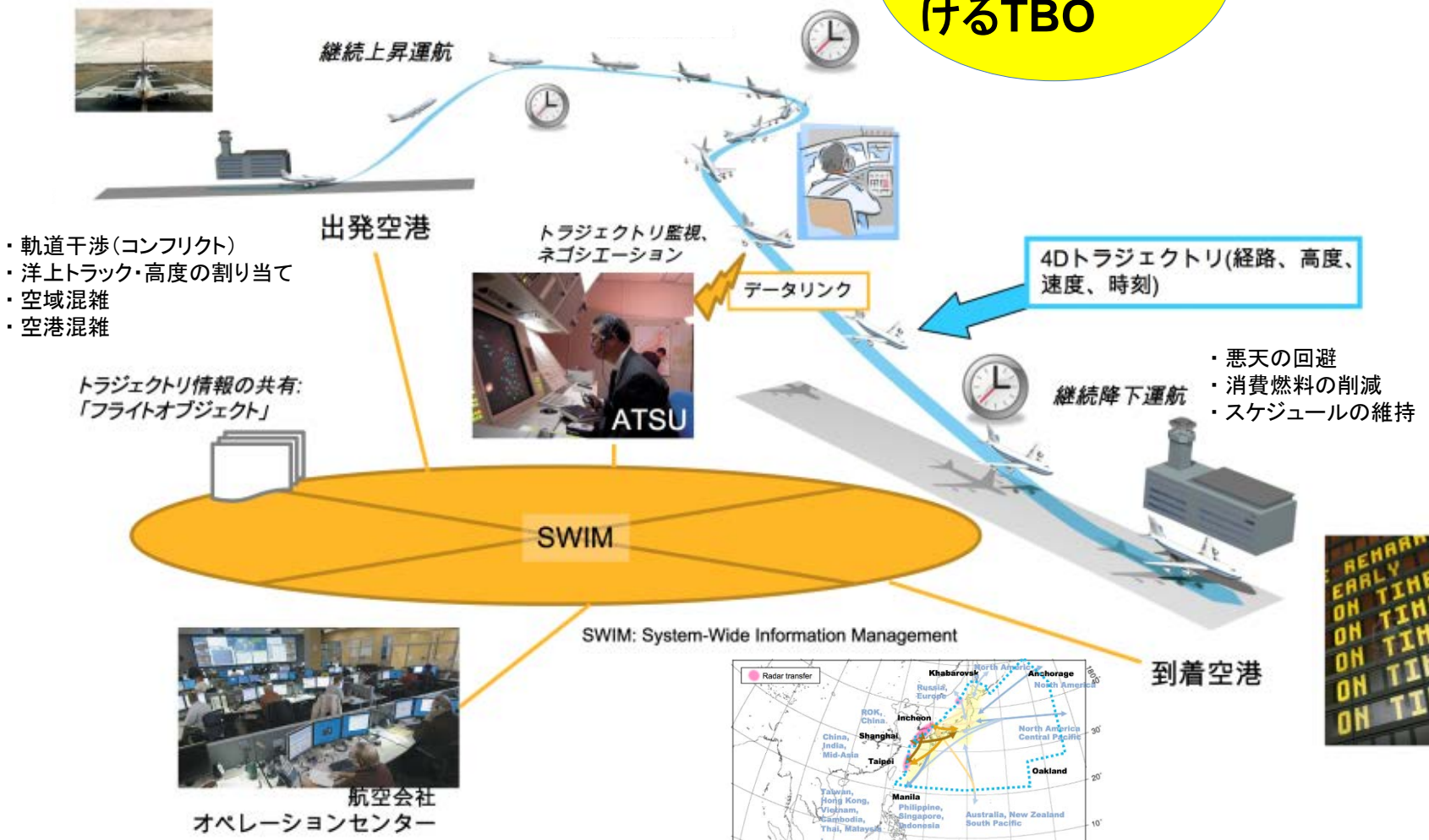
遠隔型空港業務支援システム



日本の運用に最適なシステム仕様を見極めると同時に諸外国に負けない技術レベルのシステムを検討、構築する

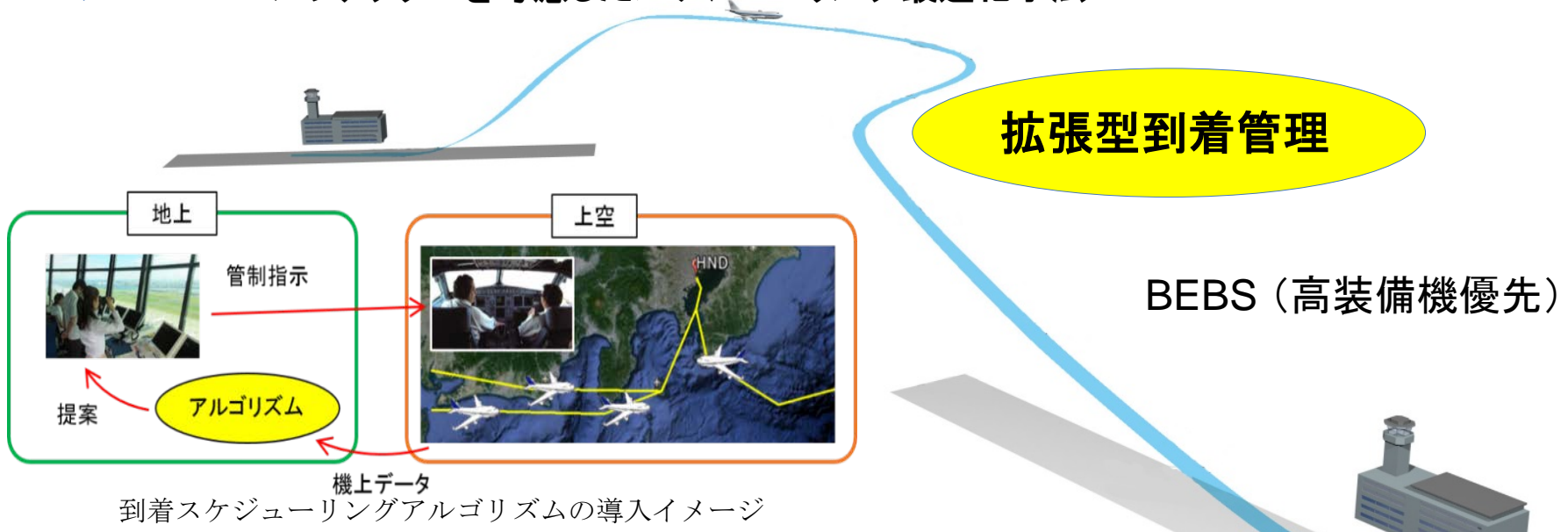
- ・ 国際・上空通過便の最大運航便益を得るための 高高度空域、洋上空域における「フリールーティング」
- ・ 軌道情報共有「軌道CDM」 便益バランシング

フリールーティング空域におけるTBO

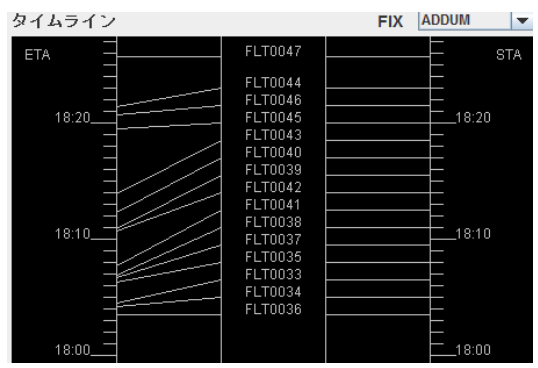


FIR間交通流の円滑化、効率化のための FIR間の軌道管理

- ◆ 到着管理システムの運用コンセプトを構築し、スケジューリング、軌道生成などのアルゴリズムを開発
- ◆ PBOと協調する到着スケジューリングアルゴリズム
- ◆ ヒューマンファクターを考慮したスケジューリング最適化手法

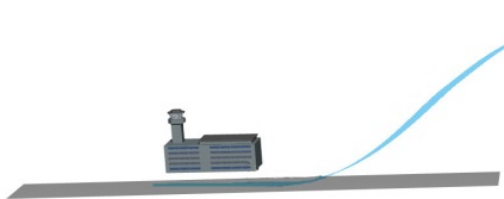


機上データ
到着スケジューリングアルゴリズムの導入イメージ



タイムライン(航空交通シミュレータ)

- 予定通過時刻(左:ETA)
- 割り当てた通過時(中:STA)
- 滑走路(右)



■ 背景
 ハザードを定量的に評価してリスクを計算する手法を考案する。
 ヒューマンエラーの種類から、自動的にパフォーマンスシェイピングファクター(PSF)も考慮してヒューマンエラー確率(HEP)を与える。
 ハザードの重大さに関しては、重大さを定量化している別の考え方(保険)と比較し、ハザードマトリクスで扱われる曖昧な表現を定量化する手法の有効性を確認する。

頻度 重大さ	非常に希	ときどき	しばしば
機器に軽微な障害	許容できる	許容できる	要リスク軽減策
機器に重大な障害	許容できる	要リスク軽減策	要リスク軽減策
死亡事故のおそれ	要リスク軽減策	看過できない	看過できない

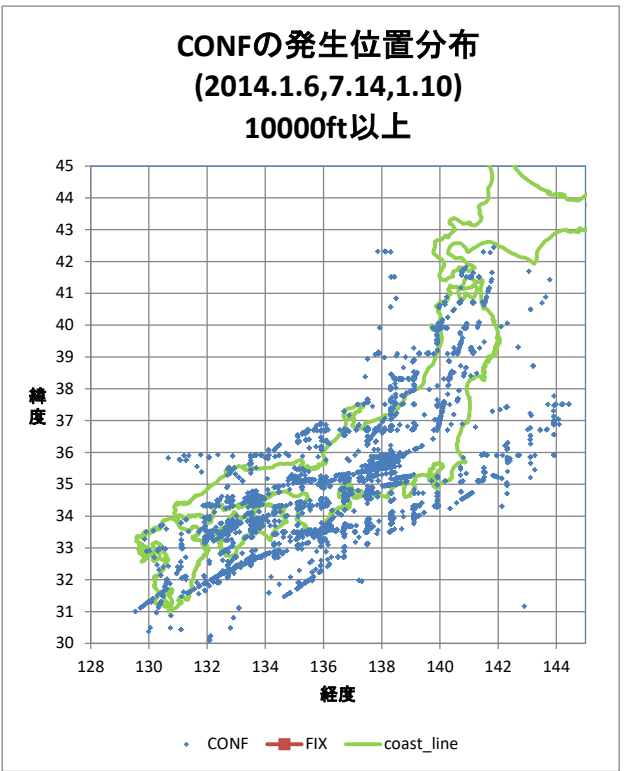
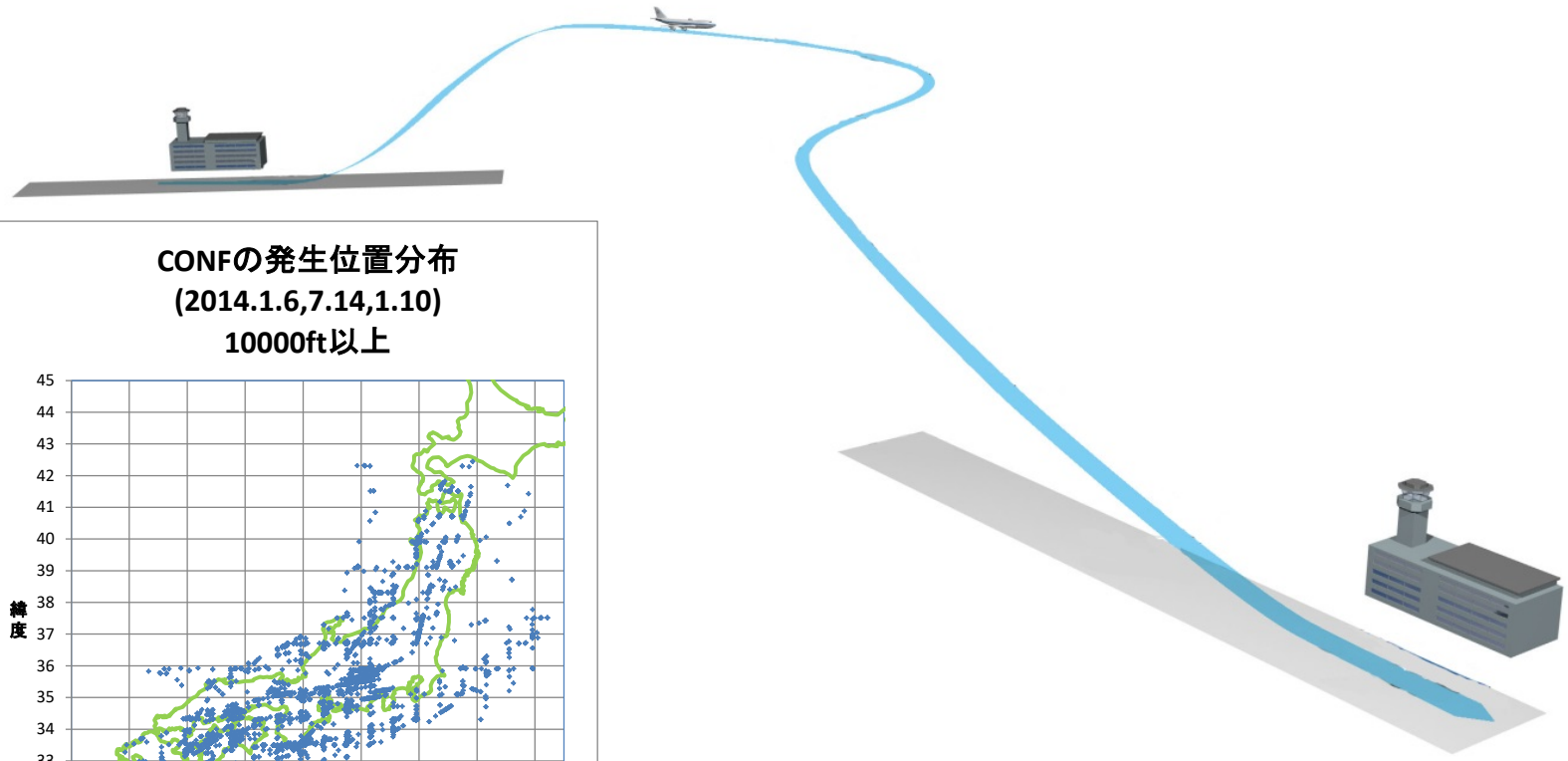


リスク評価手法

影響の重大性(なし)	重大さ(数値)	前提条件(発生確率)は回	前提条件の理由	PSF	PSFの値	異常の発生確率	リスク	軽減策後のリスク(混合)	許容度
-	0~1					数値	(重大さ×異常の発生確)		×看過
小	6.0E-07	4.5E-01	RNP AR機とILS機に対する方針決定の可能性(1/2)	複雑作業	2.0E+00	3.8E-03	2.1E-09	2.3E-12	要リスク軽減策



中期コンフリクト

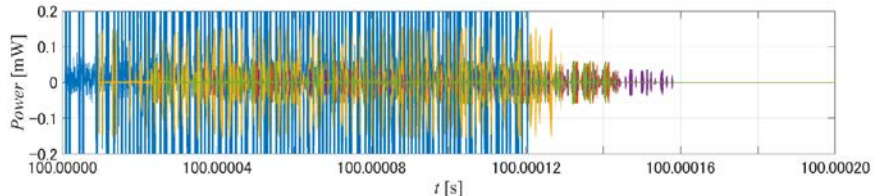
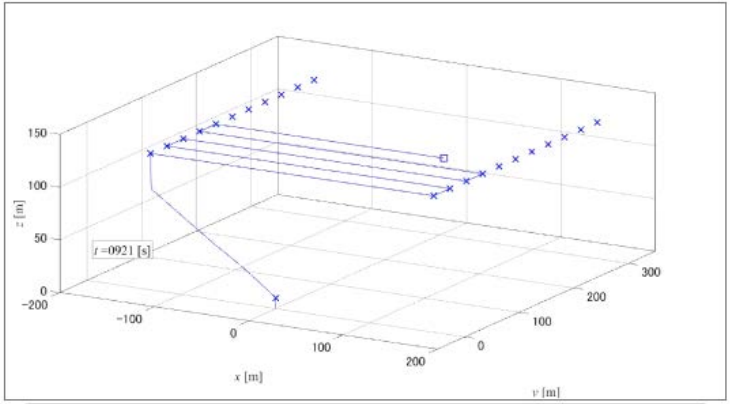
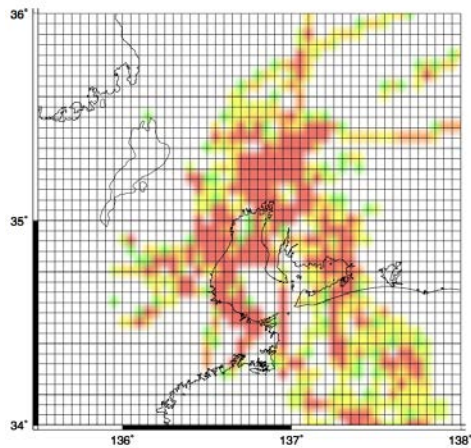
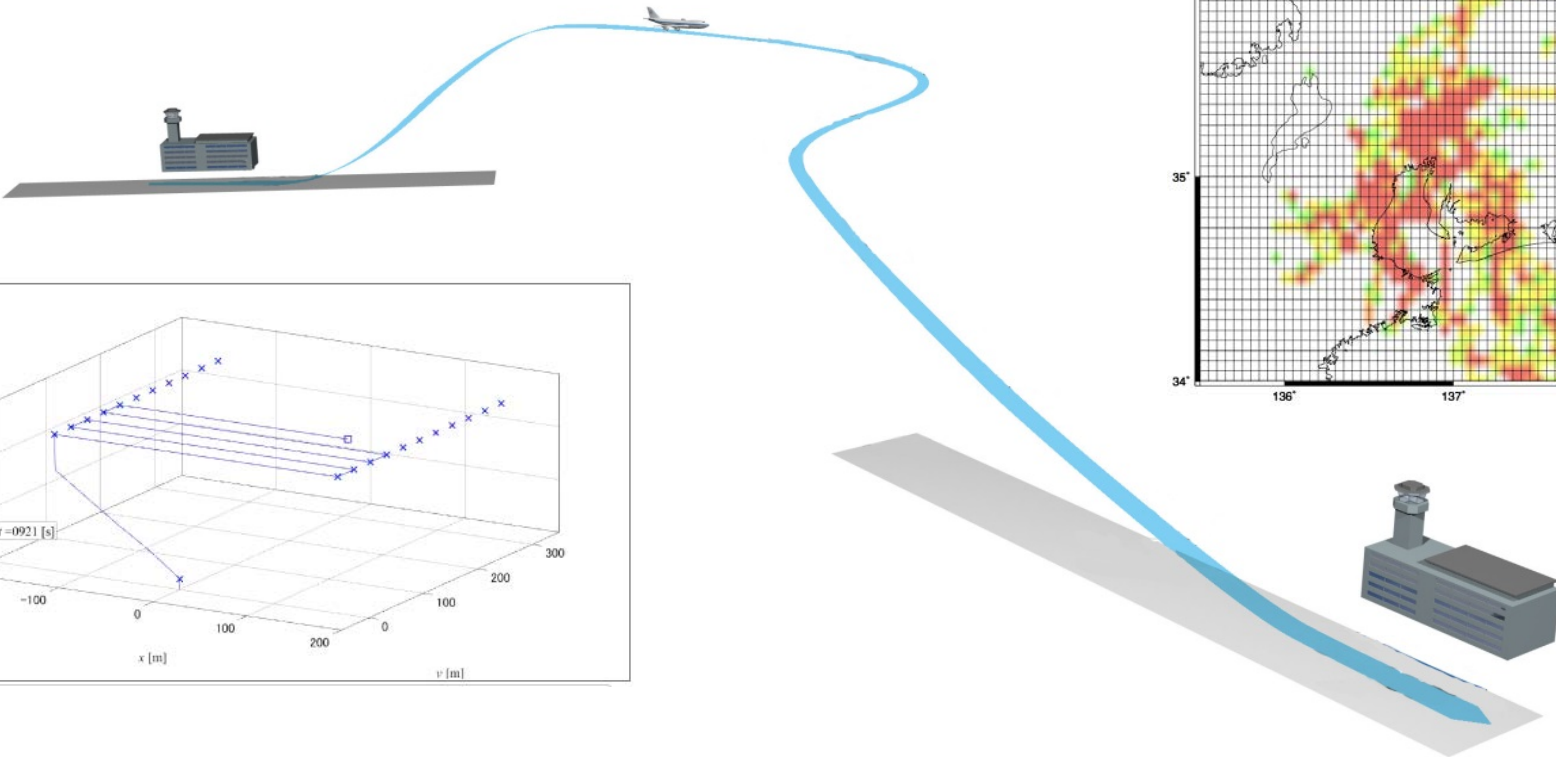


- ◆ 航空機の中期コンフリクトを検出し、データリンクを活用した必要最小限の軌道修正を実現する

小型無人機の飛行を考慮した電波干渉検討モデル開発

VFR飛行ヒートマップ作製

plot_plot_vfr_20170911.csv



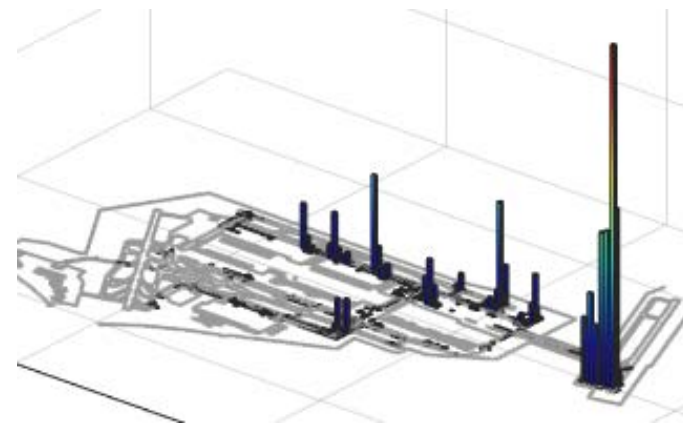
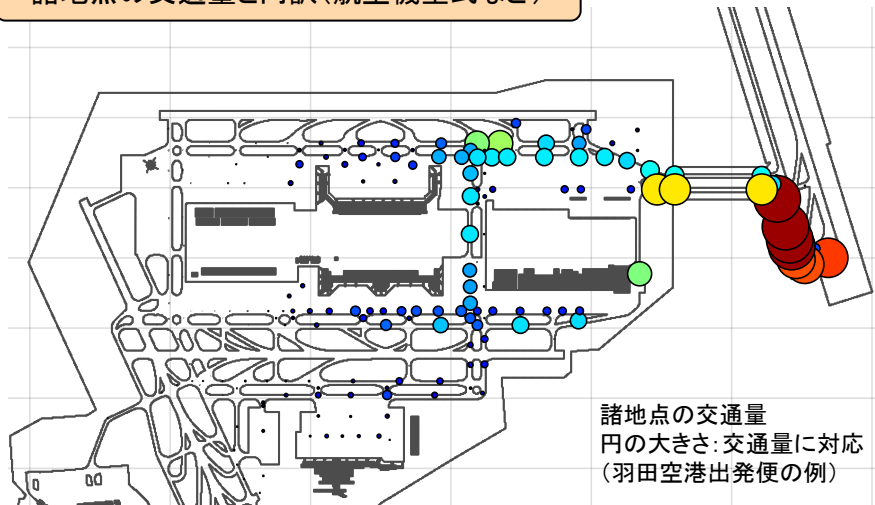
無人機

- ▶ 舗装設計、点検・補修計画のための交通状況の実態把握
- ▶ 将来レイアウト検討のための交通状況予測

滞留を生じやすい場所

空港面データ活用

諸地点の交通量と内訳(航空機型式など)



シミュレーションによる
現状模擬

空港面交通データと
シミュレーションを用いた
交通量把握

ATCタスクの可視化ツールの評価および機能向上 (COMPAS i)



シミュレータによる訓練

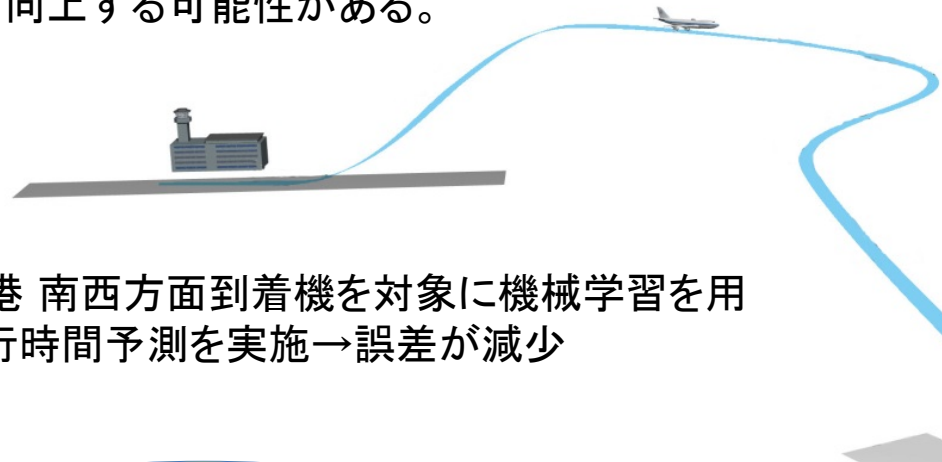
COA9	97	4	◆	SPD 320, ALT 15000: cross GLAXY at SPD Normal
NWA907	104	6	◆	ALT 28000
ANA011	115	6	◆	ALT 29000 HDG 25 SPD 270 ALT 15000: cross 15NM SWA
ANA882	146	8	◆	ALT 28 HDG 250 SPD 270 DIRECT SWAMP, ALT 15000
ANA50	128	6	◆	SPD 320, HDG 140 ALT 25000 ALT 21000
JAL1002	131	8	◆	ALT SPD 270 ALT 27000
IBX3052	110	1	◆	HDG 170, ALT ALT 30000 HDG 240 DIREC

管制官の戦略を負荷の変化をもとに分析し可視化する

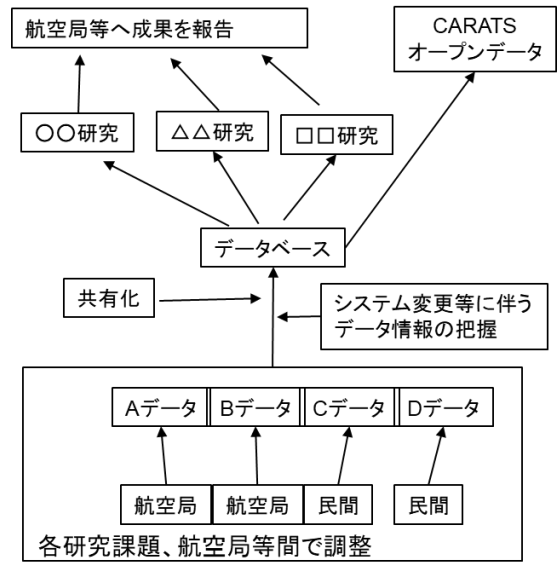
ヒューマン
ファクター
(レジリエンス等)

機械学習による飛行時間の予測

多くの実運用データを使用する分析の予測精度が、機械学習によって向上する可能性がある。



羽田空港 南西方面到着機を対象に機械学習を用いた飛行時間予測を実施→誤差が減少

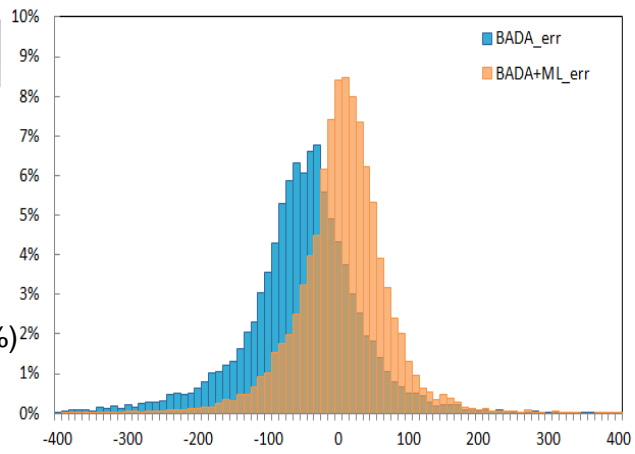
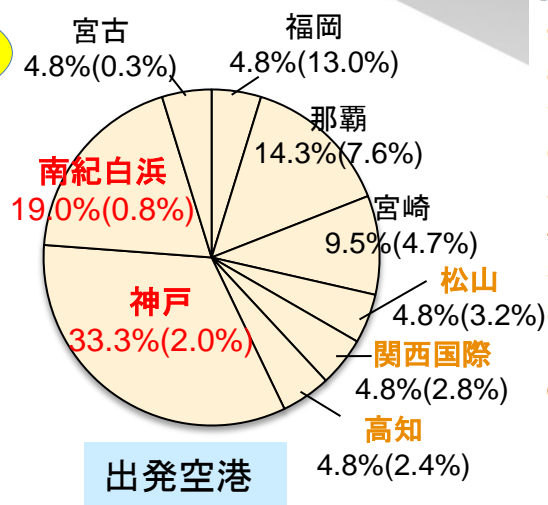


将来のデータベース関係図の一例

機械学習・最適化

データ管理

データ分析



- 小型無人機が飛行する空域における航空機運航に関する考察
- DARP運用における気象予測誤差の影響に関する検討
- 継続降下運航の運用拡大検討のためのシミュレーション技術
- 実験による関西国際空港での混合運用の実現可能性の調査
- 福岡FIRと隣接FIR間の交通流解析