



# GBASに適合した 衝突危険度モデルの開発と現状

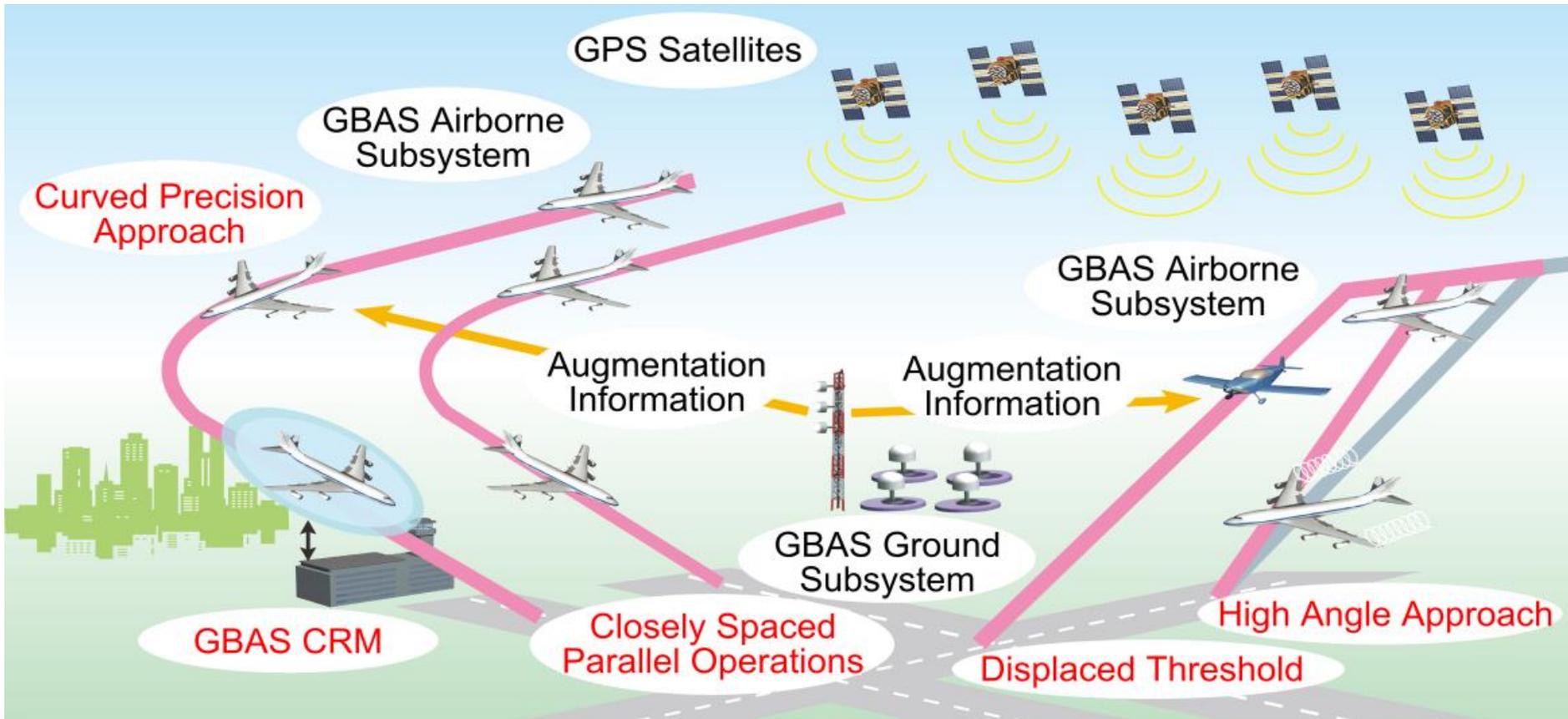
---

森 亮太(航空交通管理領域)  
福島荘之介(航法システム領域)

# 発表内容

- 研究背景
- 現行の衝突危険度モデル(CRM)の概要
- 本研究所におけるCRMに関する研究の概要
  - GBAS活用的一方策として、初期的検討を開始
  - 従来モデルと異なり、シミュレーションによる評価を検討
- まとめ

# 研究背景



GBASの有効活用の1つとして、GBAS用の衝突危険度モデル (CRM)開発が期待されている

# CRM とは?

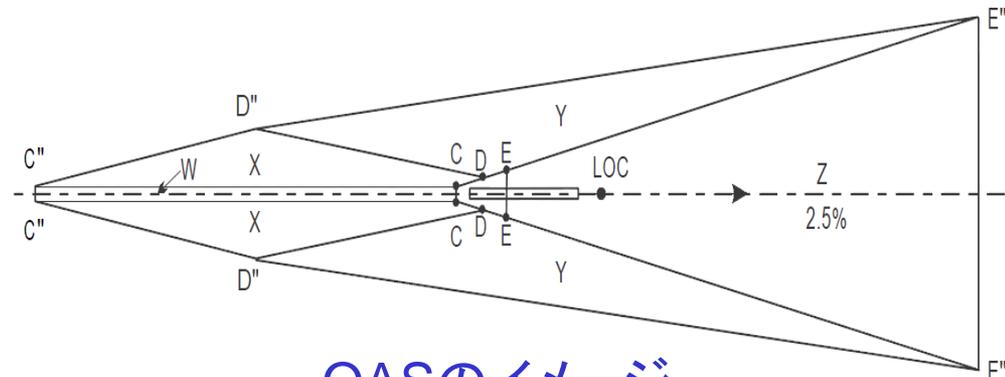
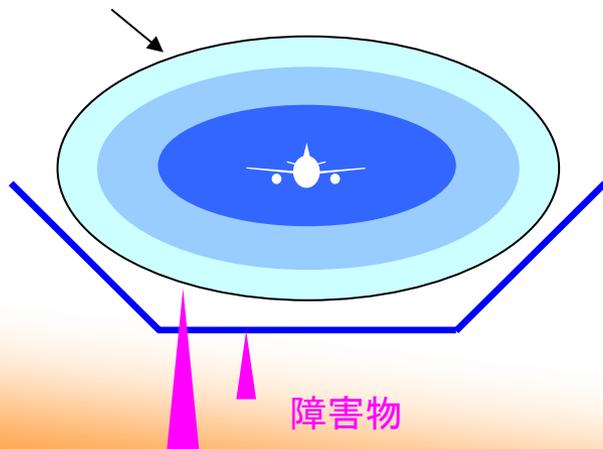
- ILS/GLSの精密進入において、地上障害物との衝突確率を計算する数学モデル
  - 入力
    - 地上障害物データ、カテゴリー、滑走路長、進入角度、航空機サイズなど
  - 出力
    - 衝突確率...目標値は $10^{-7}$
  - 適用範囲
    - 高度1000ftからDH(決心高度)まで、および、進入復行部分
  - 参照文書
    - PANS-OPS (Doc 8168)
    - Manual on the Use of the CRM for ILS Operations (Doc 9274), 1980.
    - Software Documentation for the CRM for ILS Operations (Doc 9387), 1983.
  - その他
    - ICAOにおいてCRMプログラムが配布されているが、諸事情により更新がストップ。サードパーティーのCRMプログラムも存在。

# CRMとOAS

- CRMは非常に複雑なため、使用にあたって、深い知識と理解が求められる
- 障害物の簡易的な評価手法としてOAS(Obstacle Assessment Surface)がある。
  - OASはCRMプログラムをもとに、障害物を評価するための保守的な表面

TLS(目標安全水準):  $1 \times 10^{-7}$ 等衝突確率コンター

OAS  
障害物  
評価表面

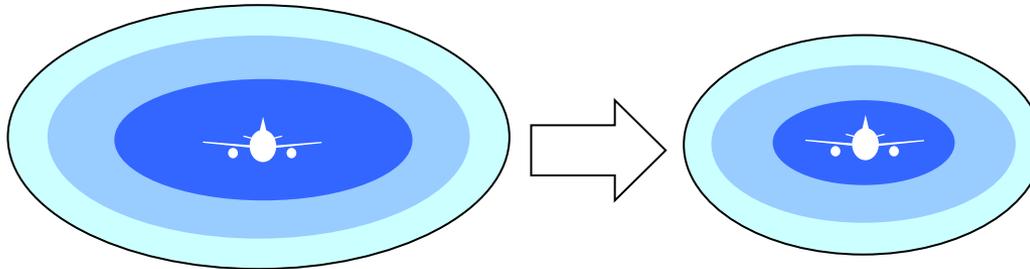


# CRMの歴史と位置づけ

- 1970年代初頭にICAO OCP(Obstacle Clearance Panel)にて開発
  - 少ないデータから、 $10^{-7}$ という非常に低い確率を推定しており、計算では保守的な仮定がみられる
  - 今日までほとんど修正なし
- ICAO IFPP (Instrument Flight Procedure Panel)
  - PANS-OPSおよび関連するドキュメントに関するメンテナンスを実施
  - PANS-OPSに以下の記載
    - *Note.— A specific GBAS implementation of the CRM is in preparation.*
    - 具体的な活動は行われておらず、ENRIIにおいて研究が行われている程度

# CRM開発の動機

- CRMを再評価・再構築により、障害物の影響によりILS/GLS導入が不可であった空港/滑走路に新たに導入できる可能性がある

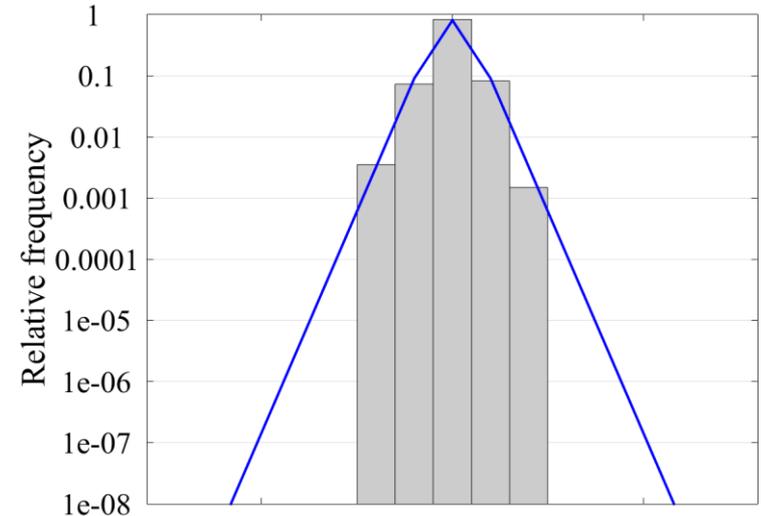


- CRMの計算に影響を与える要素
  - 航法誤差 (Navigation System Error: NSE)
    - ILSやGLSの精度に起因
  - 飛行技術誤差
    - 経路への追従誤差
    - 風などの外乱、オートパイロット/人間パイロットのコマンド追従能力、航空機の性能

GLSによる航法誤差の改善だけではなく、航空機の性能向上とともに飛行技術誤差も改善している可能性が高い

# CRM開発のアプローチ

- 各種誤差要因の積み上げ
  - 性能要件
  - 統計的手法(実データから推定)
    - データ数を多くするのは困難なため、推定を行わざるを得ない
- シミュレーション
  - 着陸シミュレーションを数多く行うこと(モンテカルロシミュレーション)で、 $10^{-7}$ の確率となる変位を計算
    - 非常に多くの回数のシミュレーションを行うことで、推定が不要となる
    - シミュレーションが現実を模擬できていない場合、信頼できない結果が得られる
  - 現状ではできない様々な評価が可能
    - 航空機型式ごとの評価
    - 風・気温など特殊環境の評価
    - 拡張することにより、GBAS直線進入以外にも適用可能

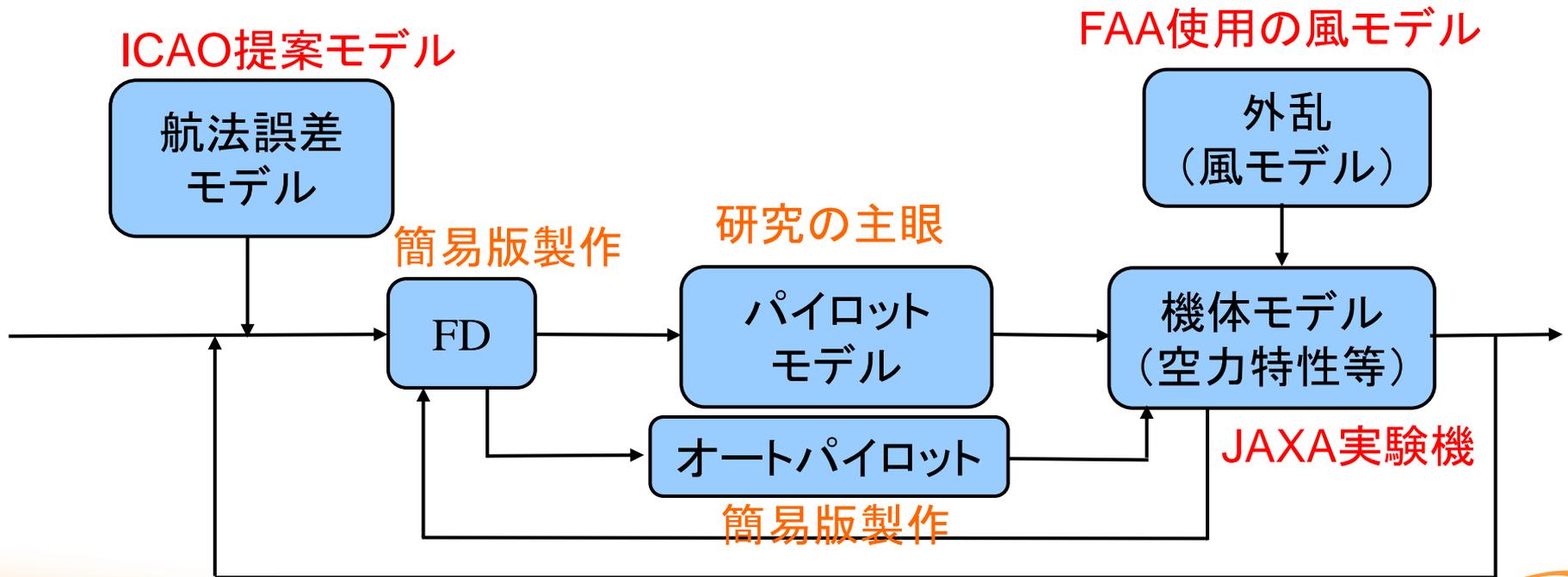


# シミュレーションに必要な要素



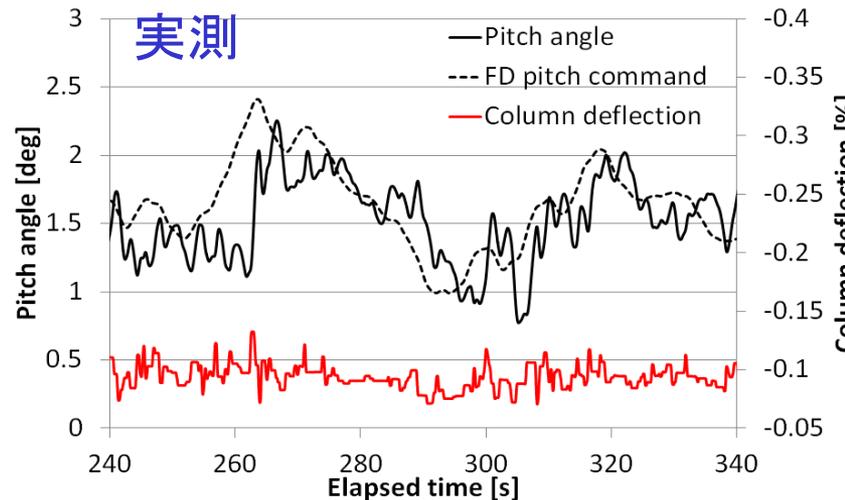
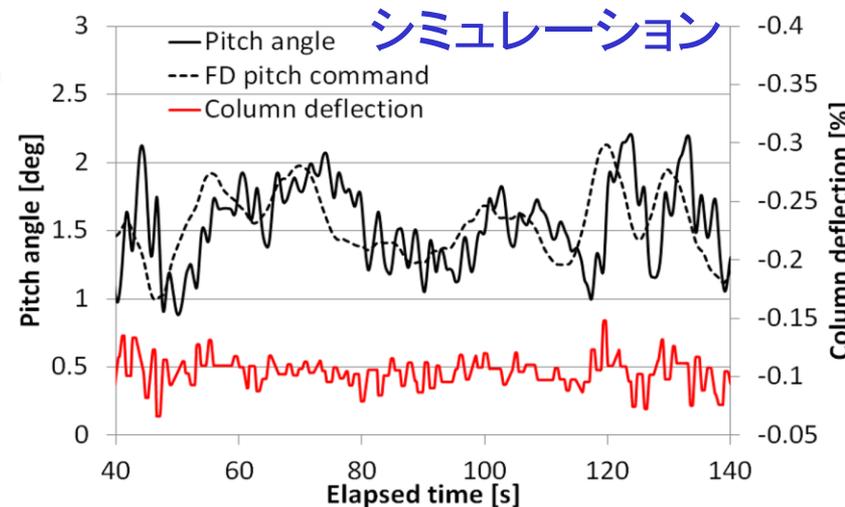
# 本研究の当面の目的

- シミュレーションにより、逸脱確率分布を計算するまでのプロセスの確立
  - 手法確立後に、より現実的なモデル等の適用により、現行CRMのリリースを行っていく



# パイロットモデル開発

- 実際のパイロット操縦が持つ特徴を模擬するモデルの構築
  - 確率的
    - 人間は、同一条件下で2度操縦をしても同じようには操縦しない
    - 目標追従性能が時間変化する
  - 離散的
    - 人間はON/OFFのような操縦を行う
  - 周期的
    - 人間は常に操縦桿を操舵し続ける



# まとめ

- GBAS用のCRMを開発するための初期検討をスタートした
  - GBAS CRMはGBASの有効利用策の1つ
  - シミュレーションによる評価を念頭に、評価手法の確立が当面の目標
    - パイロットモデル構築が主な研究開発要素
    - 最終目標までは、10年以上のスパンの息の長い研究
    - 当研究所が、GBAS CRMの研究開発を行う数少ない機関