

2007/6/11-12
研究発表会

7. コンフリクト検出における 予測時間の一解析

航空交通管理領域

* 瀬之口 敦 福田 豊

発表の概要

➤ はじめに

- コンフリクト、RDP、コンフリクト警報機能
- 研究全体の課題、これまでの研究、今回の目的

➤ シミュレーション

- コンフリクト検出手法
- 設定条件
- 予測時間と警報数

コンフリクト管理 (1)

ICAO (国際民間航空機関) 発行 “Global Air Traffic Management Operational Concept”

- コンフリクト管理によって航空機と危険事象の衝突リスクは許容できる段階まで抑制される
- コンフリクト管理は戦略的コンフリクト管理、管制間隔の設定、衝突回避の3つの層で構成される
- 戦略的コンフリクト管理の層から順に、各層が最適に機能することが望まれる

コンフリクト管理 (2)

戦略的コンフリクト管理
(空域の設計と運用、需要と容量の調整、交通の同調)

管制間隔の設定
(航空管制官が担う)

衝突回避
(TCAS、ACAS)

コンフリクト管理

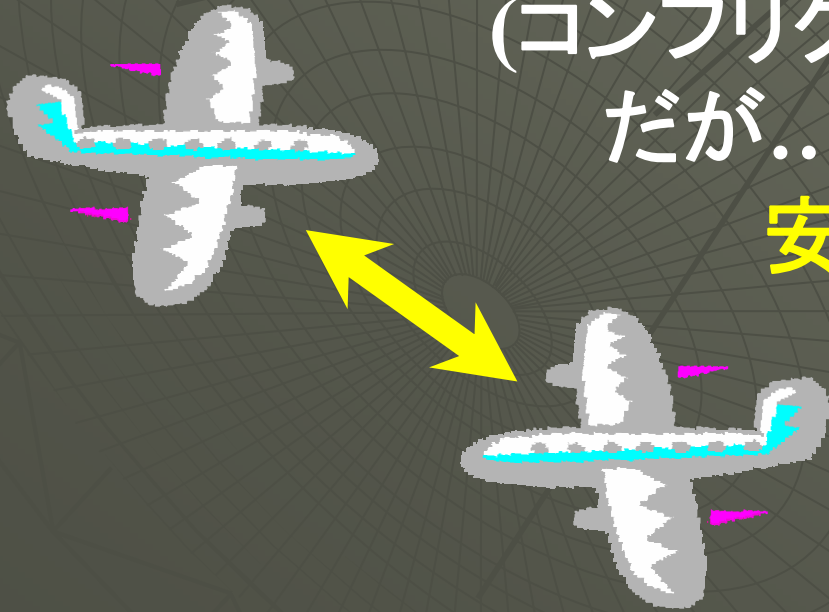
各層の最適化が
望まれている

衝突リスク

コンフリクト

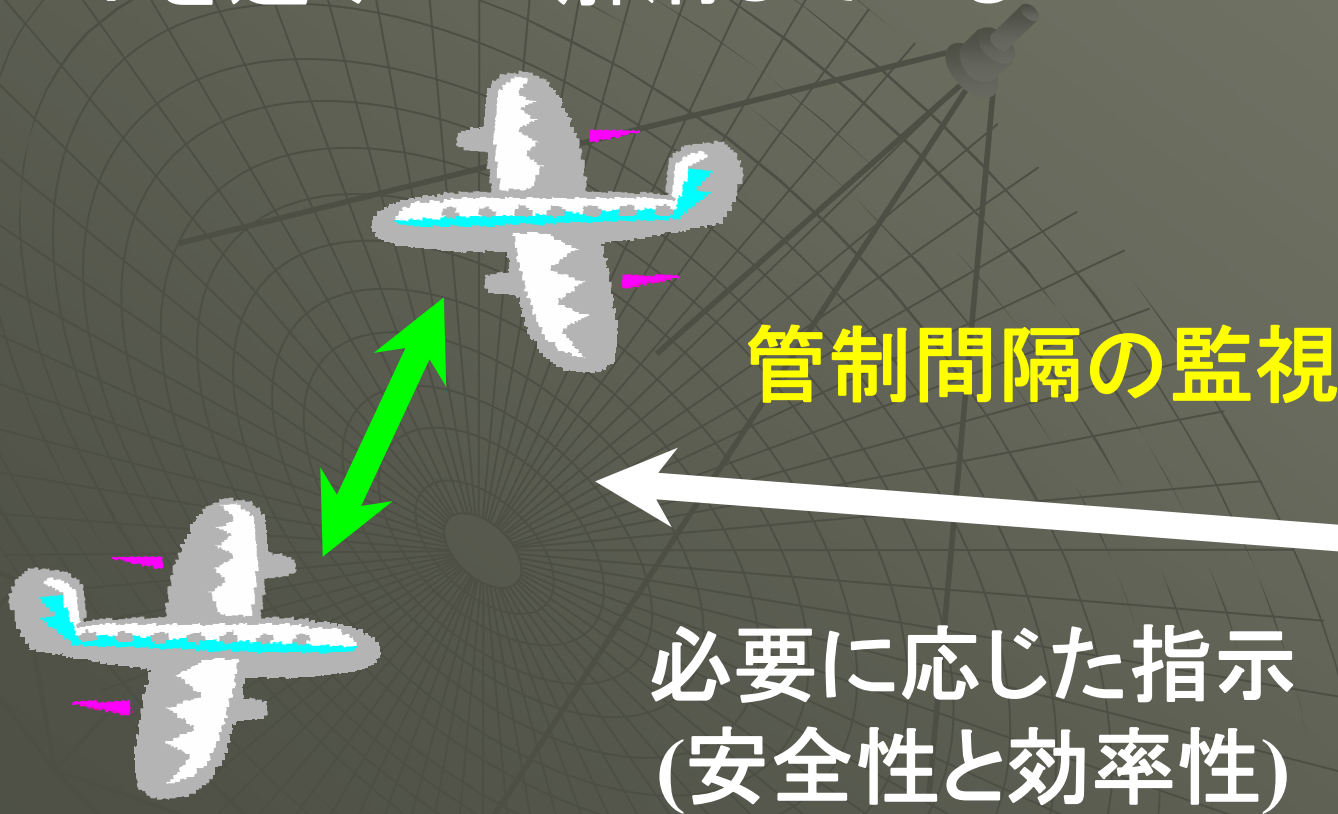
航空機が接近し、水平方向および垂直方向どちらの管制間隔も確保できない状態と定義

管制間隔は余裕をもたせてあるので
(コンフリクトの発生) ≠ (衝突事故)
だが... **コンフリクトの発生は
安全上望ましくない**



航空管制官

常に管制間隔に気を配り、戦術的にコンフリクトを避けつつ解消している



RDP

RDP (Radar Data Processing System; レーダ情報処理システム)

- エンルート用
- ARSR (Air Route Surveillance Radar; 航空路監視レーダ) による航空機の位置情報を表示



コンフリクト警報機能

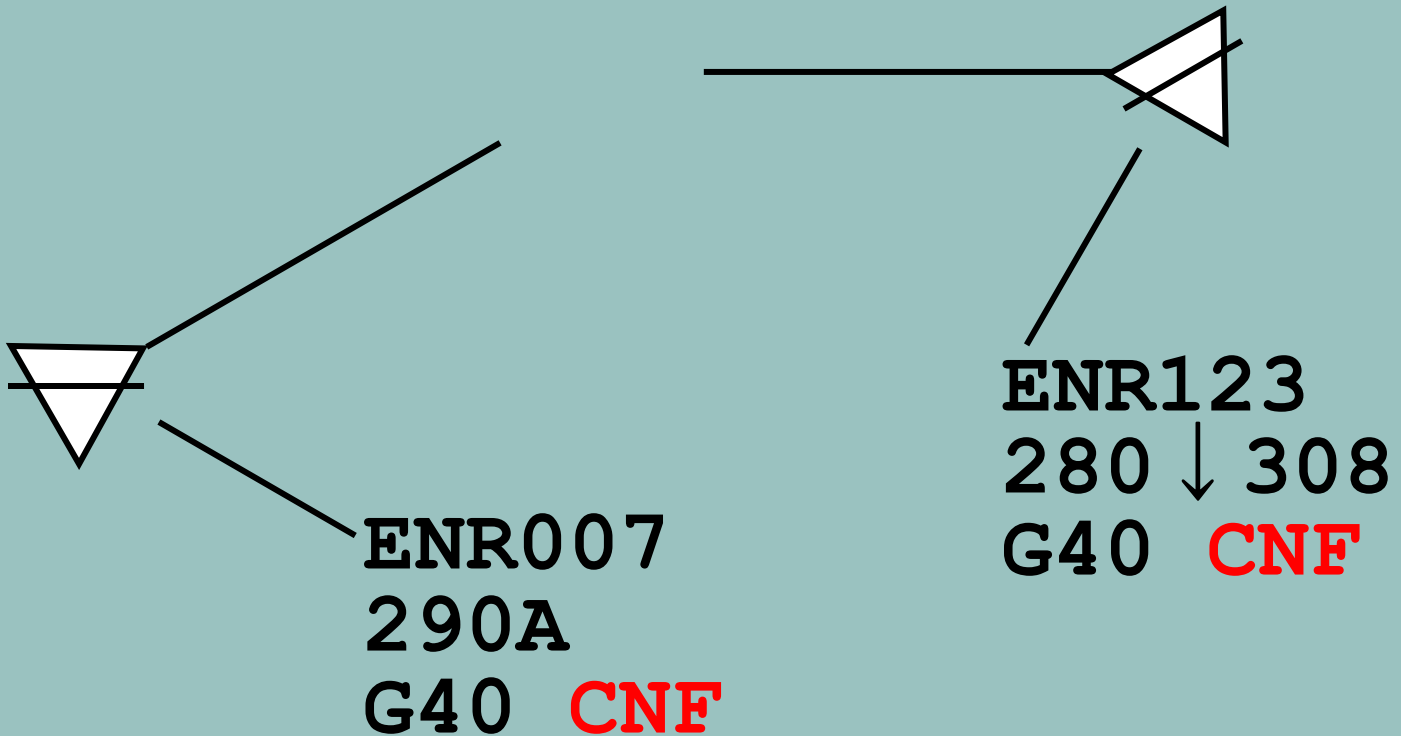
RDP に備わっている機能の 1 つ

- 現在の位置・高度、対地速度・垂直速度等を用いて**航空機**の位置を予測する
- **3 分先までのコンフリクト**を検出した場合には管制卓に警報を表示し、管制官に注意を促す

コンフリクト警報の例

CNF ALRT

ENR007 - ENR123



研究全体の課題

コンフリクト警報機能は航空管制官にとってとても有意義な機能であるが...

誤警報や未警報、警報遅れが発生する要素を含んでいる

そこで、これらを低減させるコンフリクト検出手法を開発し、評価することが大切である

これまでの研究

- コンフリクト検出手法における水平方向と垂直方向の予測誤差
 - 速度ベクトル (大きさ & 向き) の変動が主要原因
 - 飛行フェーズの変移時に極大
- フライトデータを用いるコンフリクト検出手法
 - 地上側の情報と比べて精度が高いと考えられる機上側の情報が利用できる場合、予測誤差が低減

今回の目的

予測誤差がコンフリクト警報機能に及ぼす影響を検討したい

- **コンフリクト警報機能の予測時間**は予測精度に関連する重要なパラメータ
- **コンフリクト警報の発生数**は機能評価の尺度の1つ (管制官の作業負荷と関連?)

そこで、今回はシミュレーションによりコンフリクト警報機能における予測時間と発生数の関係を解析した

コンフリクト検出手法

現状のコンフリクト検出手法は以下の2つ

- **LP-CDM** (Linear Prediction - Conflict Detection Method)
- **FP-CDM** (Flight Plan - Conflict Detection Method)

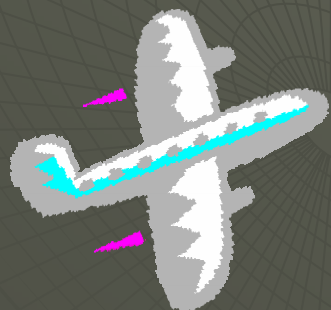
RDP の画面上には両方のコンフリクト検出手法によるコンフリクト警報が表示される

LP-CDM (1)

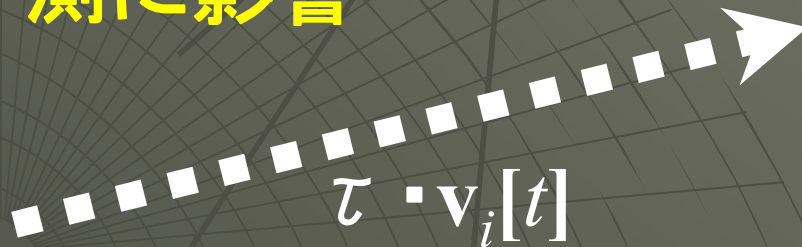
仮定; 航空機は等速直線運動で飛行し続ける

$$p_i[t] = x_i[t] + \tau \cdot v_i[t]$$

速度ベクトル $v_i[t]$ の
変動が予測に影響



$x_i[t]$



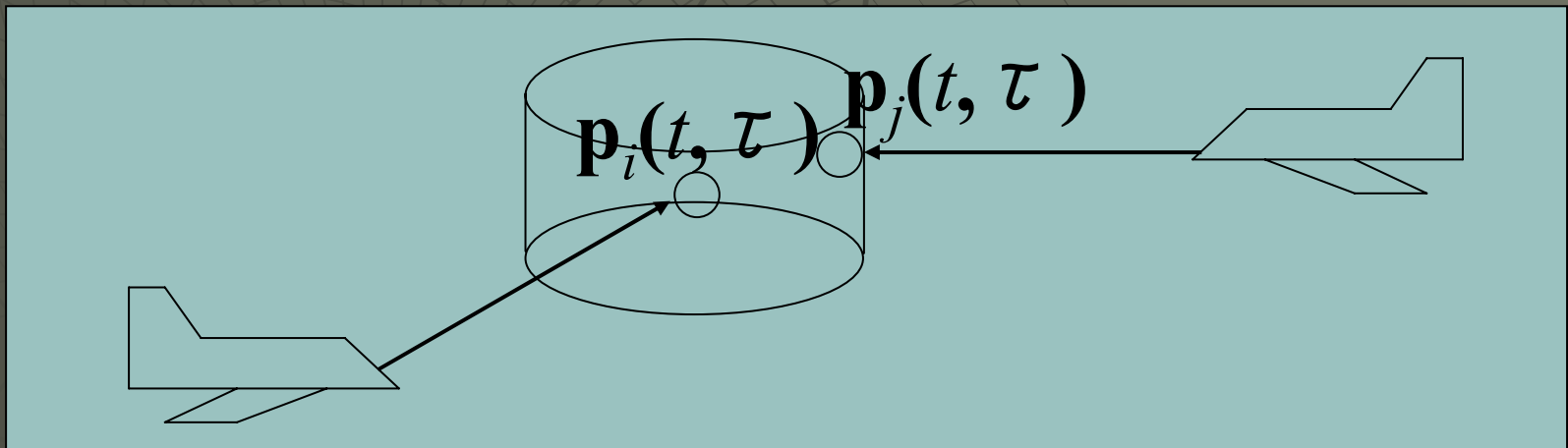
$$0 \leq \tau \leq (\text{予測時間})$$



$p_i[t]$

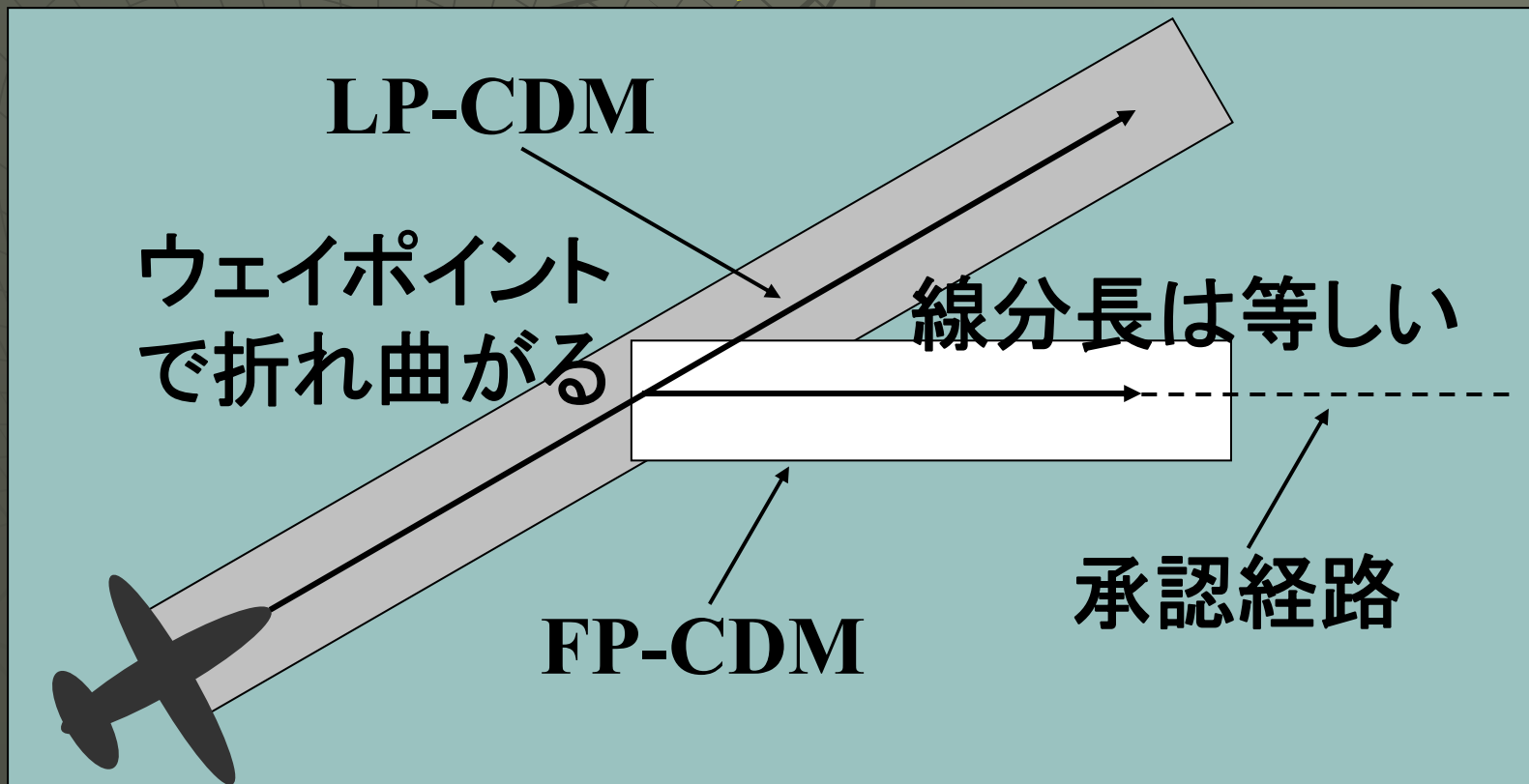
LP-CDM (2)

- $0 \leq \tau \leq$ (予測時間) における予測位置 $p_i(t, \tau)$ と $p_j(t, \tau)$ の最接近を解析的に求める
- 水平方向と垂直方向それぞれに検出間隔の判定を行う



FP-CDM

仮定; 航空機は飛行計画情報に記された
承認経路上を飛行する
飛行フェーズの変移を予測に反映



シミュレーション条件

現状の航空交通流とシステム運用を模擬

➤ 航空交通流

- 東京航空交通管制部における1時間分のレーダデータ & 飛行計画情報 (対象航空機 409 機/時という厳しい交通流)

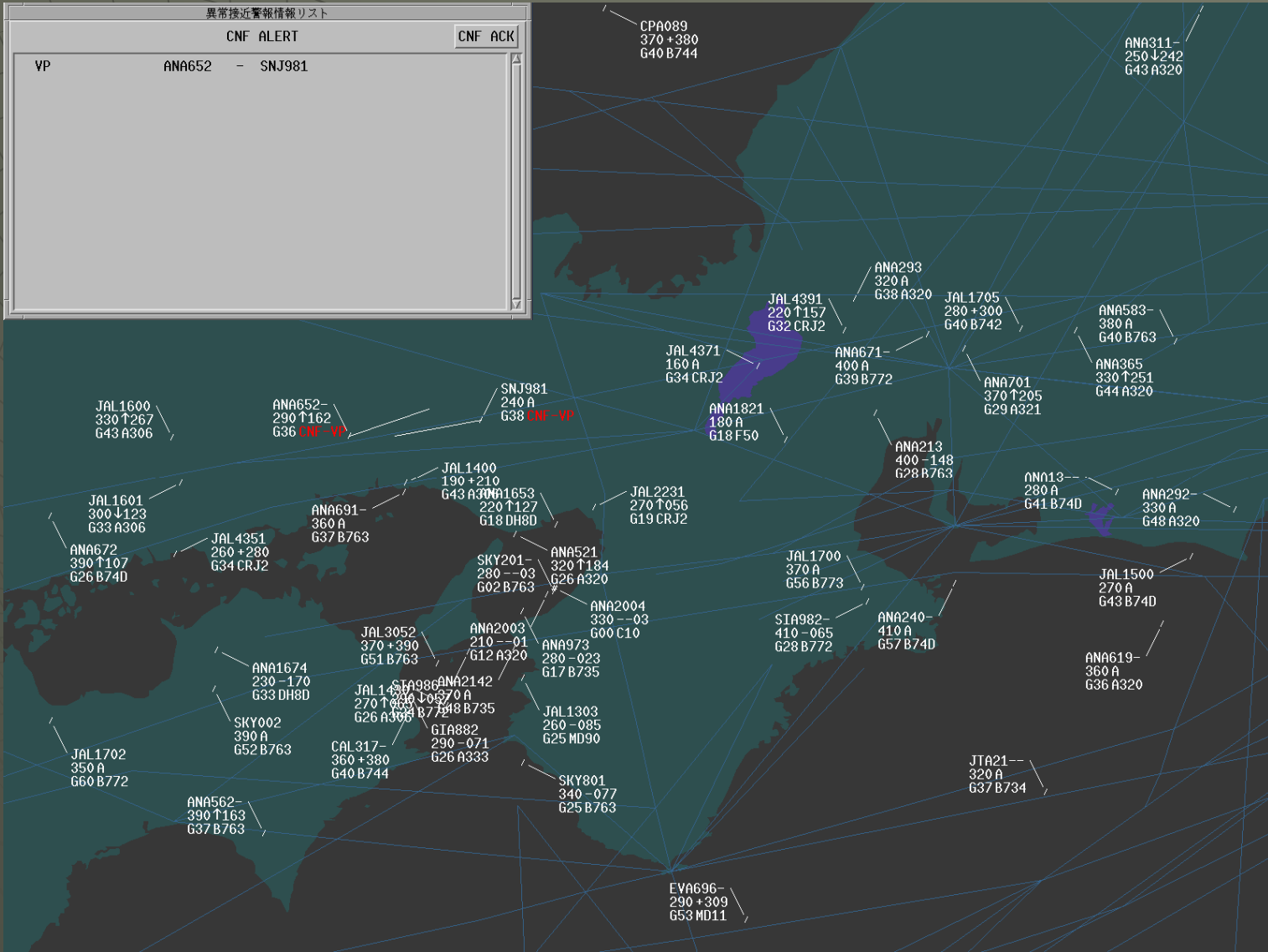
➤ コンフリクトの検出間隔

- 水平方向 5 NM
- 垂直方向 700 ft or 1,600 ft (41,000 ft 超)

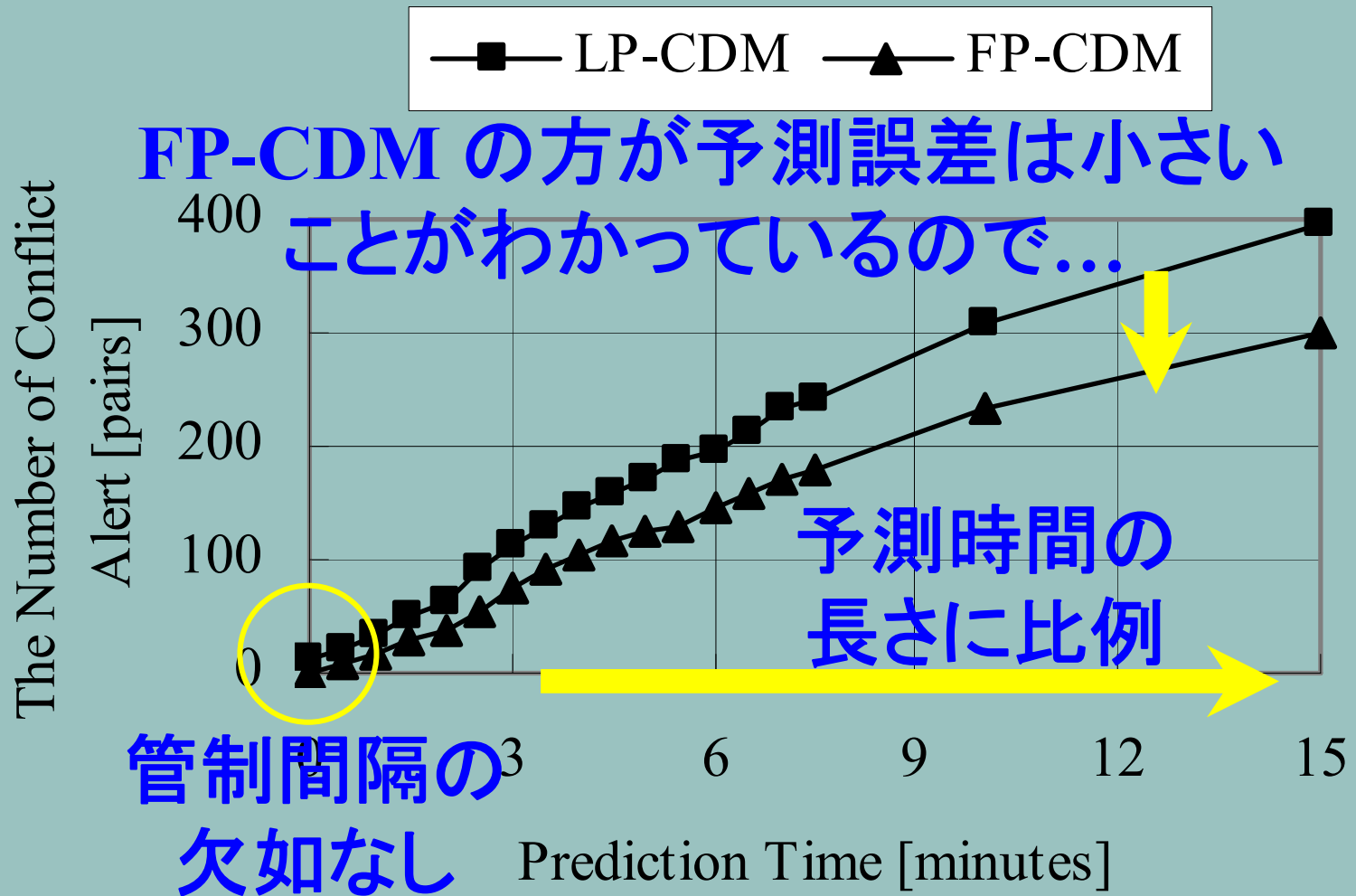
シミュレーションの例

異常接近警報情報リスト

| CNF ALERT | | CNF ACK |
|-----------|-----------------|---------|
| VP | ANA652 - SNJ981 | |



予測時間とコンフリクト警報数



考察

- 管制間隔の欠如はほとんど観測されない → 予測が精確なら警報数はもっと少ないはず
- 予測誤差の小さい FP-CDM の方が警報数は少ない → 警報数と予測誤差には相関あり

予測誤差により増減するコンフリクト警報はその多くが不必要な可能性大 → 予測誤差を低減させるコンフリクト検出手法は、不必要なコンフリクト警報を低減できる可能性が高い

まとめ

予測誤差がコンフリクト警報機能に及ぼす影響を検討するため、シミュレーションによりコンフリクト警報機能における予測時間と発生数の関係を解析した

- LP-CDM と FP-CDM によるコンフリクト警報数はどちらも予測時間の長さに比例して増減する
- 予測誤差を低減させるコンフリクト検出手法は、不必要なコンフリクト警報を低減できる可能性が高い

今後の予定

電子航法研究所では、平成 18 年度末までに
フライトデータを用いるコンフリクト検出手法を
組み込んだコンフリクト検出評価システムの開
発を完了した

この評価システムを用いて、予測誤差を低減
する本検出手法がコンフリクト警報機能に及ぼ
す効果を定性的に、また定量的に解析すること
としたい