

中期コンフリクト検出技術の 必要性と課題

海上・港湾・航空技術研究所

電子航法研究所 航空交通管理領域

平林博子、瀬之口敦、白川昌之

平成28年6月9日(木)、10日(金)
第16回電子航法研究所研究発表会

内容

- 中期コンフリクトとは
 - ATMの管理状況におけるMTCD(中期コンフリクト検出技術)
- 航空管制におけるMTCD
- 欧州におけるMTCD要件
 - ERATO(En-Route Air Traffic Organizer)
- 日本における今後のMTCD
 - 将来の日本の空域
- MTCD事例解析
- 今後取り組むべきMTCD技術的課題

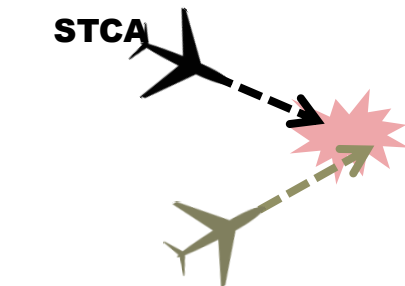
中期コンフリクトとは

● コンフリクト(Conflict)

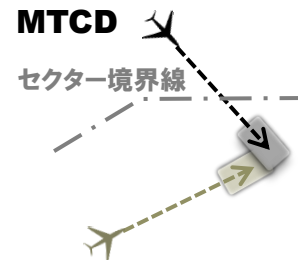
- 管制間隔(セパレーション) - 航空管制官が航空機間に適用する最小の安全間隔
- コンフリクト - 管制間隔が満たされない状態
- 衝突を防ぐために、航空管制では管制間隔を行使する

● コンフリクト検出

- セパレーション管理の一環
- 中期コンフリクト検出技術(MTCDD: Medium Term Conflict Detection)
 - 20分程度先までの潜在的なコンフリクト検出
- 短期コンフリクト警報(STCA: Short Term Conflict Alert)
 - 接近までの有余時間が2~3分程度先

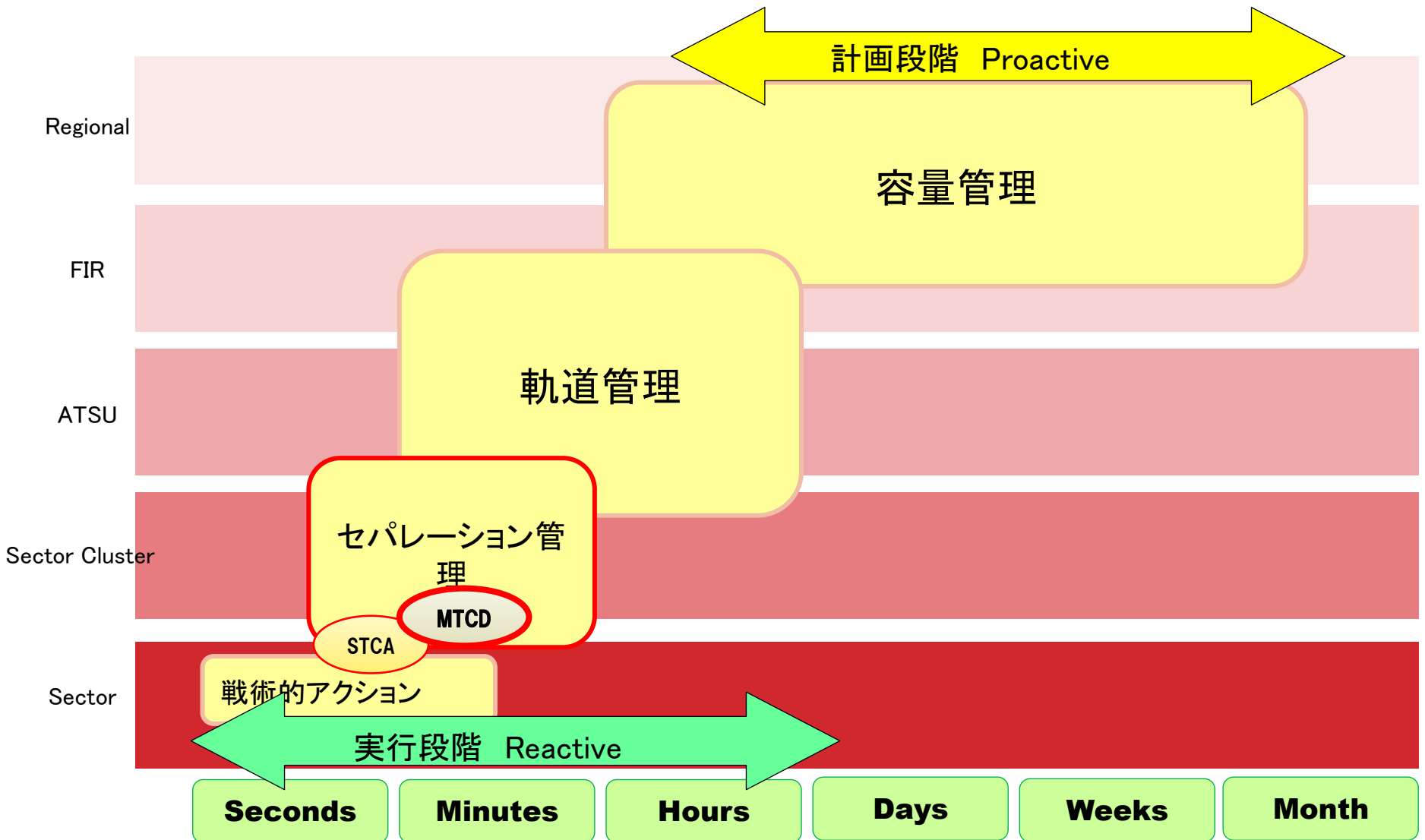


セーフティーネット



潜在的なコンフリクトをお知らせする支援機能

ATMにおける管理状況



航空管制におけるMTCD

● 航空路管制

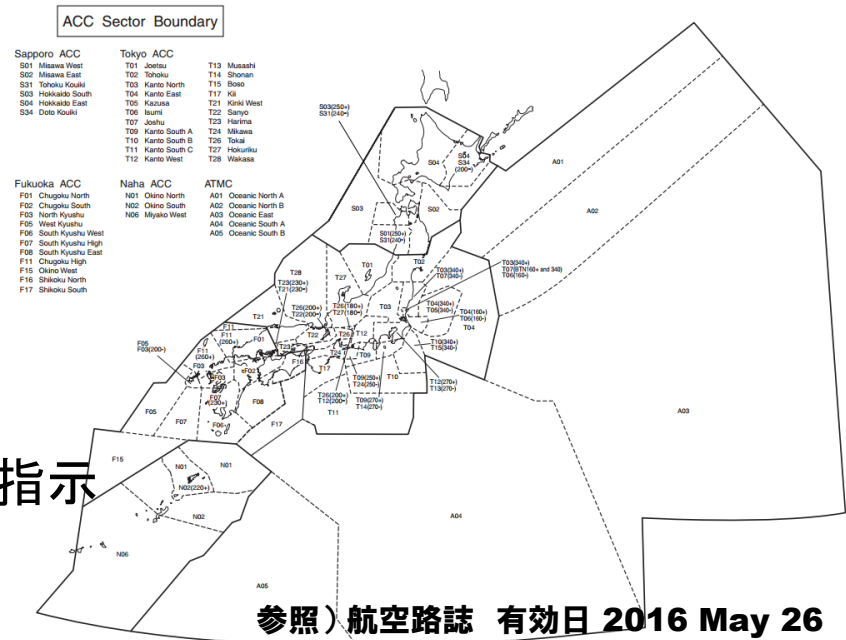
- セクター毎の管制
- 47セクター(航空路セクター)
内5セクターは洋上セクター

● レーダー対空席

- パイロットとの直接交信により、管制指示
(高度変更、針路変更等)の発出

● レーダー調整席(調整席)

- 隣接する空域を管轄するセクター、管制機関
と調整
- レーダー対空席の業務がスムーズに遂行できる
よう、航空機の受け渡しに関する調整



MTCDは調整業務を実施する上で効果的な支援機能

欧州におけるMTCD要件

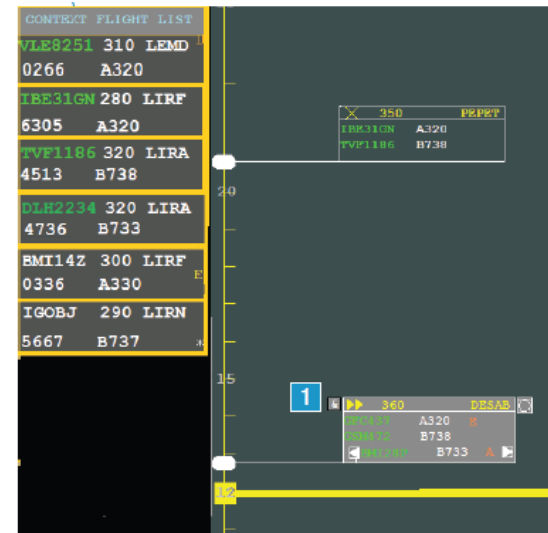
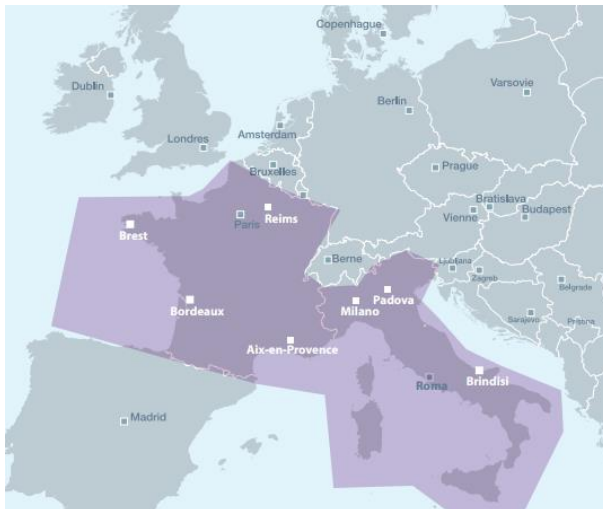
- **EUROCONTROL Specification for Medium-Term conflict Detection (2010)**
 - 航空機間コンフリクトの検出及び管制官への通知
 - 不可侵空域への侵入の検出及び管制官への通知
 - 計画するアクションをとることで、引き続いて起こる可能性のあるコンフリクトの検出と管制官への表示
- **First ATC Support Tools Implementation (FASTI) Operational Concept (2007)**
 - “what-if”機能
 - 管制官に解決策を提供する機能
 - このまま監視を続ける
 - 担当する空域への入出域条件を修正する
 - 検出されたコンフリクトは、自セクター内で解決できるレベル(戦術的レベル)である

欧州におけるMTCDの一例

2014 World ATM
Congress, Madrid

• ERATO En-Route Air Traffic Organizer

- DSN (フランスの航空管制サービスプロバイダー) と EVAV (イタリアの航空管制サービスプロバイダー)
- “what-if” – 管制官は特定の飛行に対して、条件を変えた時をシミュレーションできる
- MONA monitoring alert – アサインされた軌道から逸脱している飛行をハイライトする
- Agenda – 決定されたベストシナリオをタイムラインで表示する
- 2015年12月に Brest ACC で導入開始 2016年末までに、イタリアと Bordeaux ACC での導入を計画中



Agendaでのタイムライン表示例 7

ERATO機能の詳細

“What if”

- “what if”機能により、一時的にフライトパラメータを変えたフライトプロファイルを模擬できる

“WHAT IF”

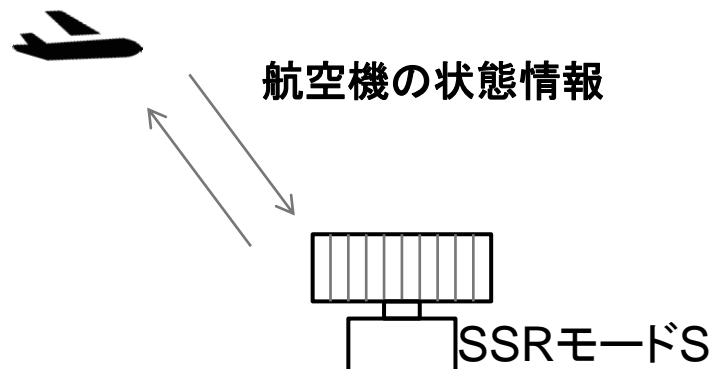
With this tool, the controller can simulate a new flight profile by temporarily modifying flight parameters and by using the functionalities “Aircraft filtering” and “Extrapolation”.



The controller simulates a FL380 **1** and as a function of this new flight parameter, ERATO displays the new traffic situation with potential conflicting aircraft **2**.

日本における今後のMTCD

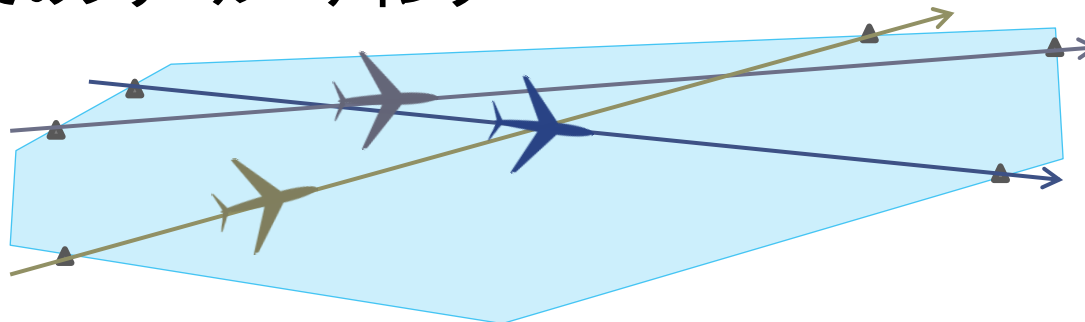
- 次期管制システムへのMTCD対応が検討
- CARATS : Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems
 - OI 20 (Operational Improvements 20) 軌道情報を用いたコンフリクト検出
- 将来におけるMTCDの高度化
 - DAPs Downlink aircraft Parametersの活用
 - SSR (二次監視レーダー) モードSのデータリンク機能



DAPsの活用

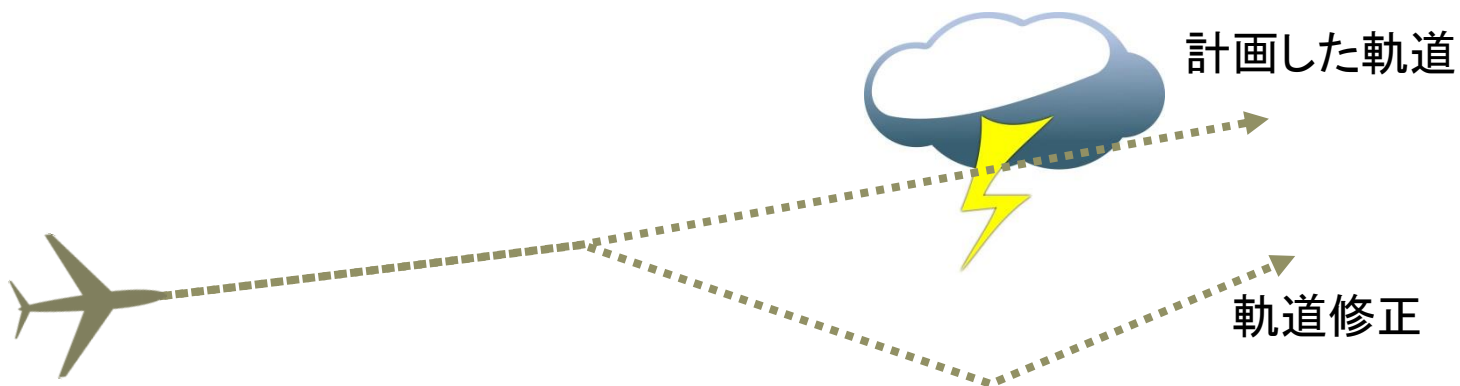
将来の日本の空域

- 高高度空域でのフリールーティング

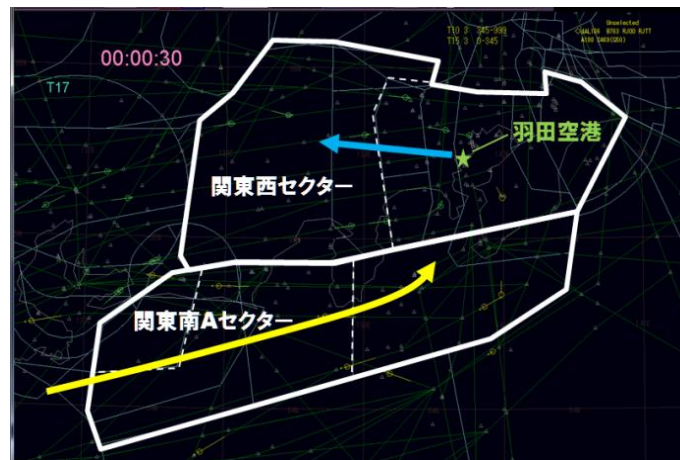


- 軌道ベース運用

- 動的な軌道修正



MTCD事例解析



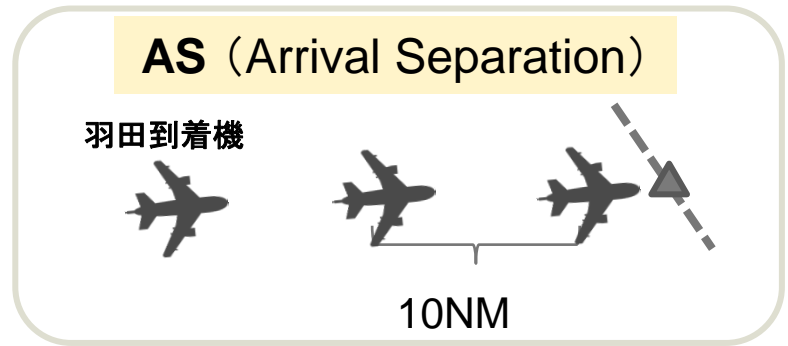
- セクター毎の地域特性
 - 交通流
 - 運用ルール
- 計画軌道を基に、2つのセクターを対象に中期コンフリクトをカウント
 - 関東南Aセクター—羽田空港到着機
 - 関東西セクター—羽田空港出発機
- 計画軌道をレーダ様画面で再生
- 10分～15分先に予測される潜在的コンフリクトをカウント
 - 管制間隔が満たされないコンフリクト
 - 運用ルールの規定値を下回る

運用ルール of 適用

- より円滑で効率的な管制業務を実施するため、隣接または関係する空域（セクター）とのあいだに決められたルール

解析時には簡単なルールを使用
(実際にはもっと緻密なルールが存在する)

関東南Aセクター
・羽田空港到着機を同高度10マイルで次の管制セクターに渡す
関東西セクター
・出発機は巡航高度までの上昇状態で受け取る ・同高度同経路の飛行は20マイルで次の管制セクターに渡す



結果ーカウント数

AS (Arrival Separation)

羽田到着機



CS (Coordination Separation)



S (Separation)



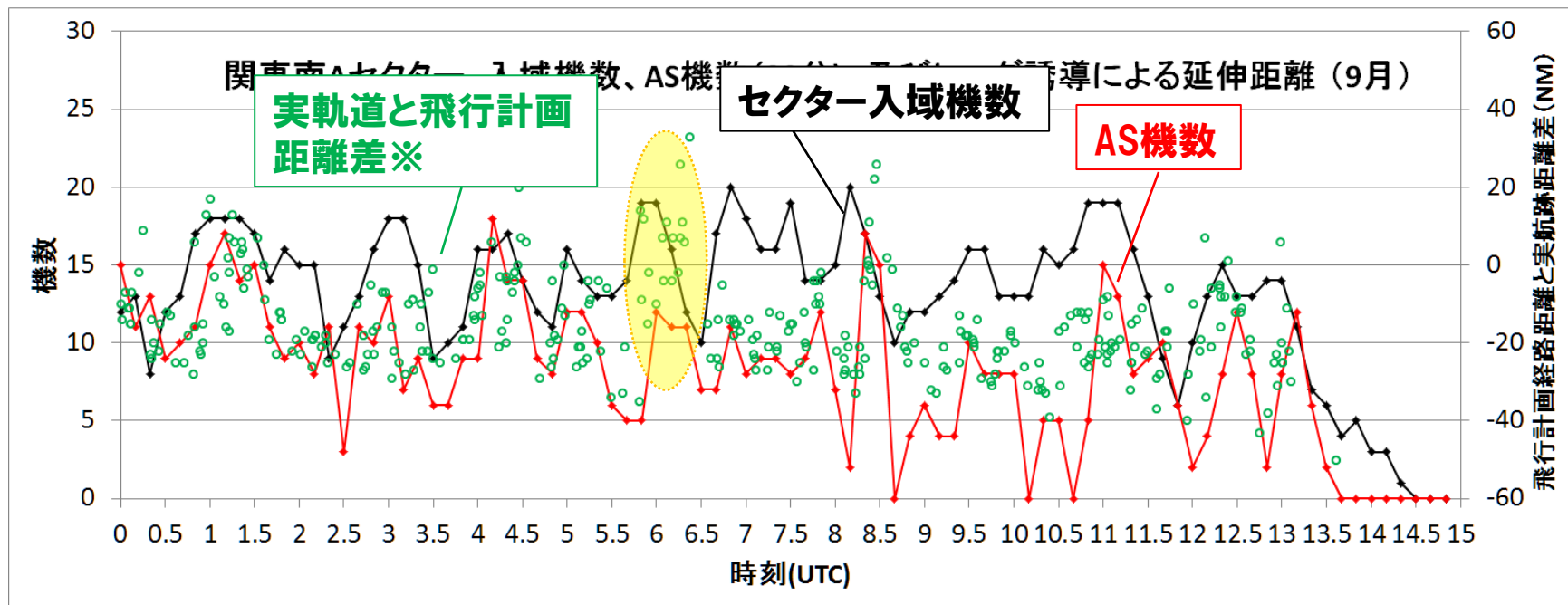
1月X日	AS	CS	S	総機数
関東南A	194 (282)	-	0	429
関東西	-	27 (53)	12 (24)	579
9月Y日	AS	CS	S	総機数
関東南A	204 (292)	-	0	448

到着機のスペーシングがメインの業務

同時に関連した機数が多く存在する

MTCDと到着管理システム

- 実軌道の飛行距離と飛行計画距離の差(羽田空港から200マイル地点以降)
 - マイナス値—実飛行の方が飛行計画よりも短い **ショートカット**
 - プラス値—実飛行の方が飛行計画よりも長い **レーダ誘導による延伸**



※距離差の時刻は200NM地点で合わせてます。講演集図10は到着時刻で合わせているので、本スライドでは30分程度前にずれています。

当該セクターの**地域特性**では、エンルートからターミナルにかけて広域をカバーする到着管理システムが有効。MTCDとの組み合わせによる相互作用による効果

今後取り組むべき技術的課題

- 軌道予測の精度向上
- 航空機からのダウンリンク情報の活用
- 予測精度に応じたコンフリクト検出ロジック
- 検出アルゴリズムの検討
- 管制官への通知、表示等のインターフェース

以降 予備スライド

米国(**FAA**)におけるコンフリクト検出・解決機能

- ◆ ERAM: En Route Automation Modernization
- ◆ March 27, 2015、FAAの20のARTCC、40年ぶりにホストコンピュータをリプレイス
- ◆ SWIM、Data Communication、ADS-Bに対応
- ◆ Weather data integraion
- ◆ Conflict resolution
 - ◆ 潜在的なコンフリクトを検出し理想的に解決する支援
 - ◆ 担当セクターを超えた大きなエリアで示し、最善(最も安全で効率の良い)の解決策を選択する

参考)・FAA ホームページ

https://www.faa.gov/air_traffic/technology/eram/

・Lockheed Martin ブローシャー

ERAM - The Future of Air Navigation



ERATO機能の詳細

- **Aircraft Filtering**
 - 特定の航空機を選択
- **Extrapolation**
 - 将来の位置を推定し表示
- **“What if”**
 - “what if”機能により、一時的にフライトパラメータを変えたフライトプロファイルを模擬できる
- **Monitoring Alert (MONA)**
 - アサインされた軌道からの逸脱記をハイライトする
- **AGENDA**
 - タイムラインでコンフリクトを示す

ERATO機能の詳細

Extrapolation

- 将来の位置を推定し表示

EXTRAPOLATION

The controller can see the future position of aircraft in relation to control parameters.



From the filtering mode, the controller can extrapolate aircraft position. ERATO displays the future positions of each conflicting aircraft.

ERATO機能の詳細

“What if”

- “what if”機能により、一時的にフライトパラメータを変えたフライトプロファイルを模擬できる

“WHAT IF”

With this tool, the controller can simulate a new flight profile by temporarily modifying flight parameters and by using the functionalities “Aircraft filtering” and “Extrapolation”.



The controller simulates a FL380 **1** and as a function of this new flight parameter, ERATO displays the new traffic situation with potential conflicting aircraft **2**.

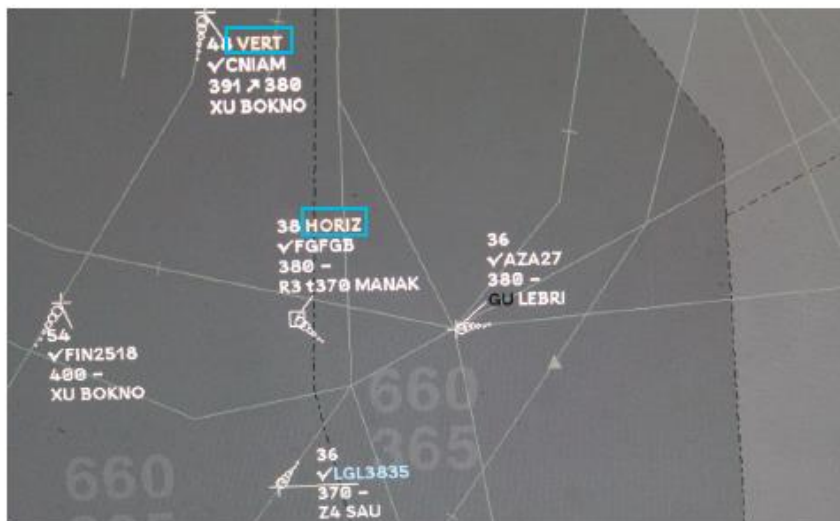
ERATO機能の詳細

Monitoring Alert (MONA)

- アサインされた軌道からの逸脱機をハイライトする

MONITORING ALERT (MONA)

ERATO highlights flights that diverge from their ATC assigned trajectories.



VERT Divergence in the vertical plane from the assigned trajectory



H+V Divergence in the horizontal and vertical planes from the assigned trajectory

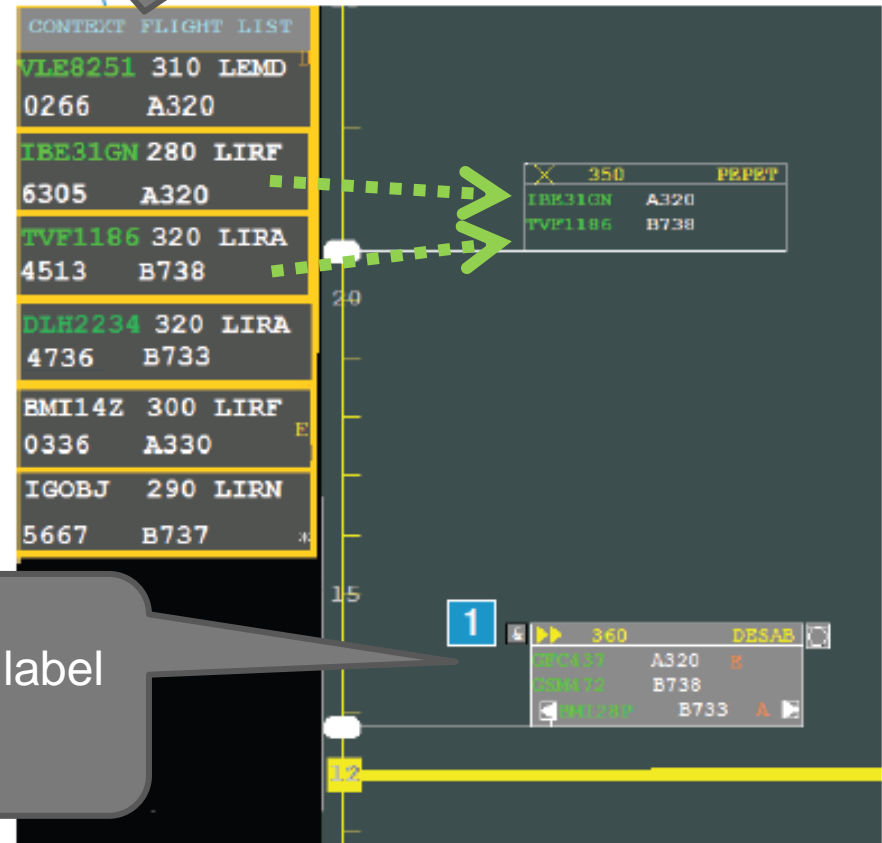
ERATO機能の詳細

AGENDA

- 最善の解決策を分離
- コンフリクトをタイムラインで示す
- 関連する周辺セクターのフライトも考慮する
- Agenda LabelとFlight List Labelの両方でフィルタリングできる

関連機リスト?

タイムライン



ハイライトされたAgenda label
からフィルタリング