

# 先進型地上走行誘導管制

## (A-SMGC) システムの

## 開発動向

独立行政法人 電子航法研究所

A-SMGCシステム開発プロジェクト

二瓶 子朗

# (1) A-SMGCシステムの概要

# ◆A-SMGCSシステムとは

- ・空港面における航空機等の地上走行誘導管制システム
- ・4つの基本機能(監視、経路設定、誘導、管制)が定義

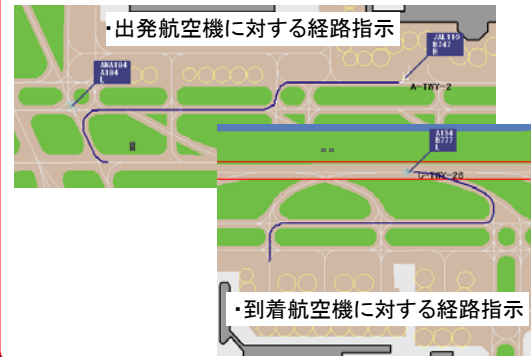
## 監視機能

- ・移動区域内の全ての移動に関する正確な位置情報を提供する。
- ・許可移動に関する識別とラベル付けを提供する。



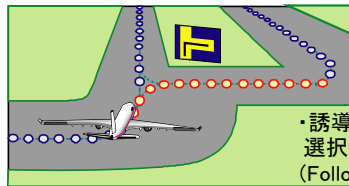
## 経路設定機能

- ・移動区域内の各航空機及び車両に経路が指定できる。
- ・何時でも目的地の変更ができる。

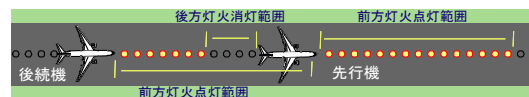


## 誘導機能

パイロットや車両運転者が指示された経路を走行できるように明確な表示を提供する。



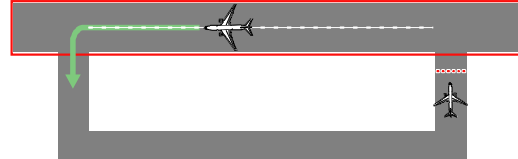
・誘導路中心線灯の選択的点灯点滅制御 (Follow Green)



後続機が続く場合の制御

## 管制機能

・滑走路や誘導路への誤進入に対して警告を発し、解決策を提供する。



・コンフリクトを予測し、解決策を提供する。

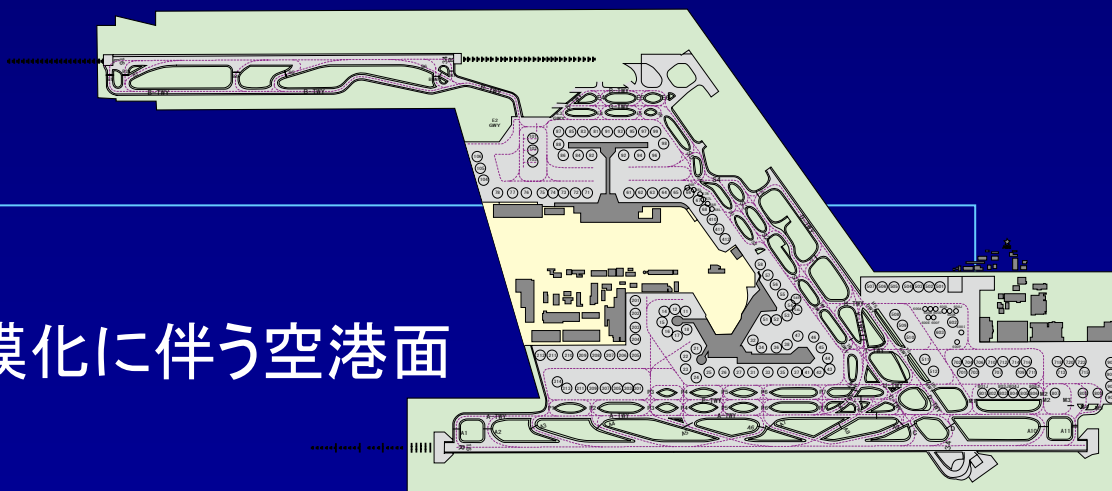


## ◆電子航法研究所における取り組み

- ・研究課題名：A-SMGCシステムの研究（重点研究）
- ・研究期間
  - 第1段階：平成16年度～20年度までの5ヶ年計画
  - （第2段階：平成21年度～25年度までの5ヶ年計画）

### 研究の背景

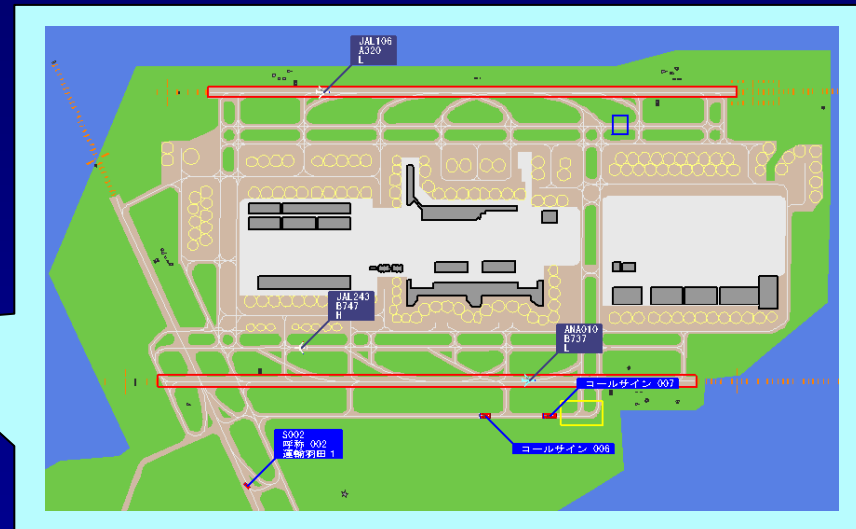
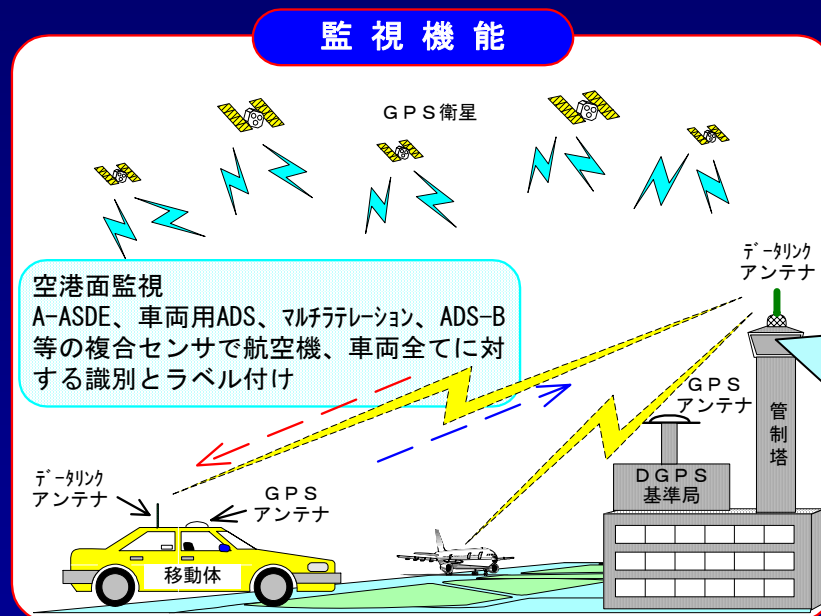
- ・幹線空港等の大規模化に伴う空港面レイアウトの複雑化
- ・空港需要増大に伴う高密度運航への対応
- ・低視程時における安全で円滑な地上走行の確保
- ・管制官の状況認識の向上によるワークロードの軽減



# ◆監視機能

2004 ICAO Manual  
Doc 9830

- ・ 移動区域内の全ての移動に関する正確な位置情報を提供する。
- ・ 許可移動に関する識別とラベル付けを提供する。



航空機と車両それぞれの移動体監視に適したASDE、MLAT、ADS-B、SSRモードS、AVPS等の複数の監視センサの組み合わせとデータの統合化により、空港面を走行する航空機と車両すべてに対する自動識別表示を実現するための統合型空港面監視システムを開発する。

# ◆ 経路設定機能

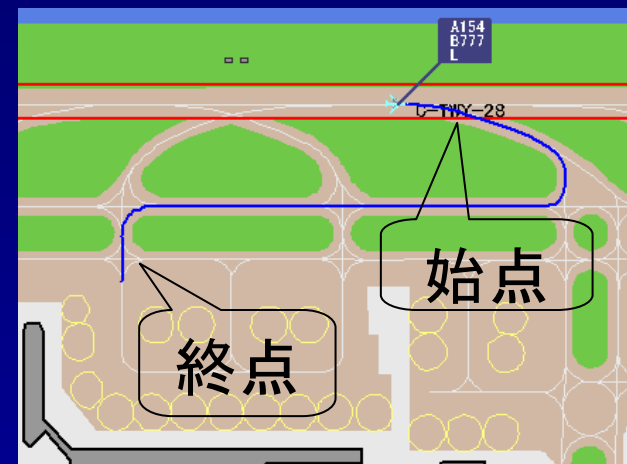
2004 ICAO Manual  
Doc 9830

- ・ 手動であれ、自動であれ、移動区域内の各航空機及び車両に経路が指定できる。
- ・ 何時でも目的地の変更ができる。

・ 出発航空機に対する経路指示



・ 到着航空機に対する経路指示



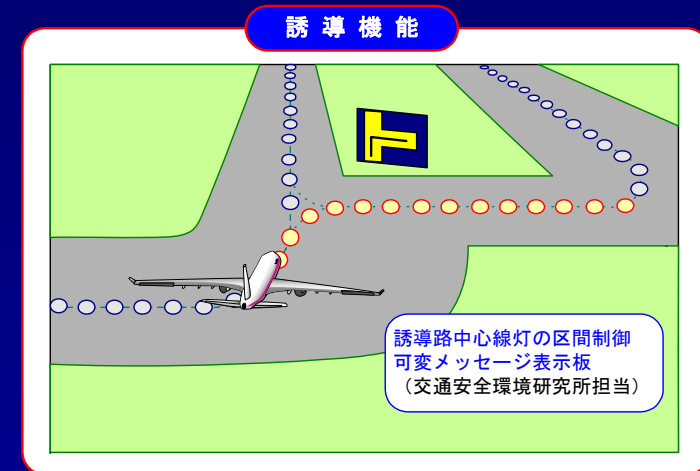
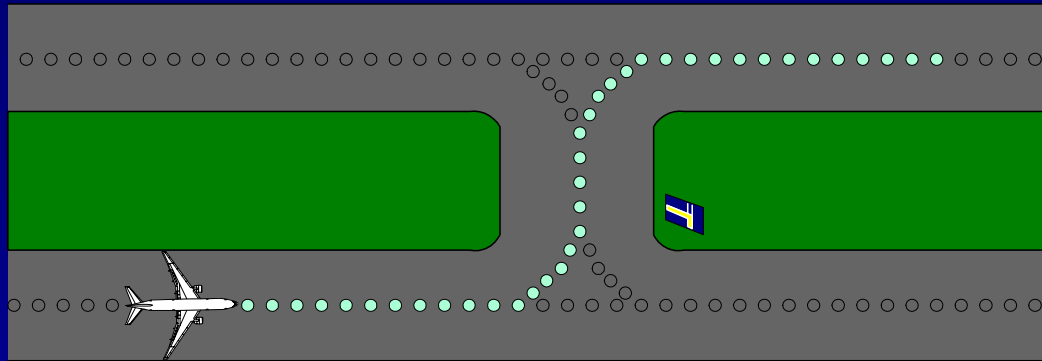
タッチパネル等を使って始点と終点を指示することでその間の経路を容易に生成指示できる経路生成ツールを開発する。  
また、推奨経路を自動的に生成するための処理アルゴリズムの開発も進める。

# ◆誘導機能

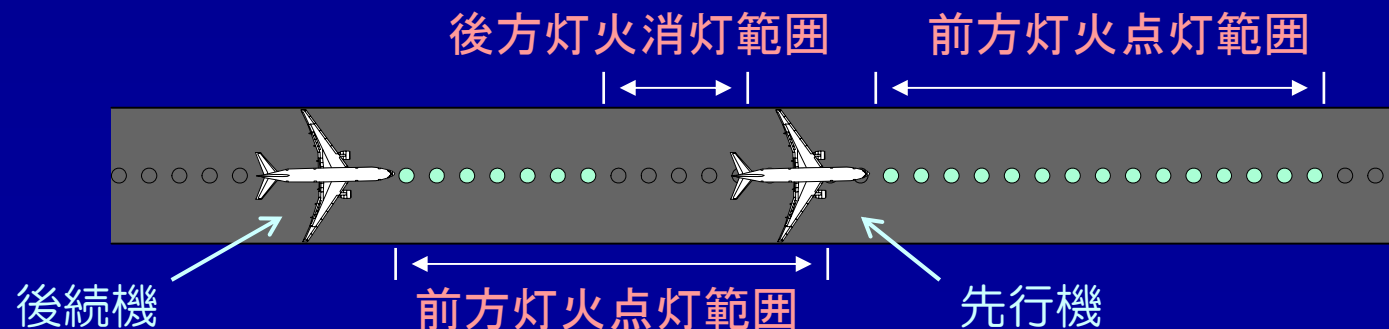
2004 ICAO Manual  
Doc 9830

パイロットや車両運転者が指示された経路を走行できるように明確な表示を提供する。

- ・ 誘導路中心線灯の選択的点灯点滅制御 (Follow Green) によって、航空機の地上走行を誘導する



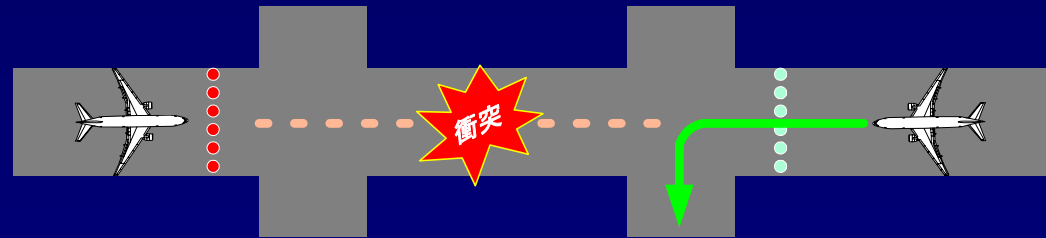
- ・ 後続機が続く場合、先行機の後方灯火消灯制御を優先させて、先行機の直後一定範囲は点灯させない。



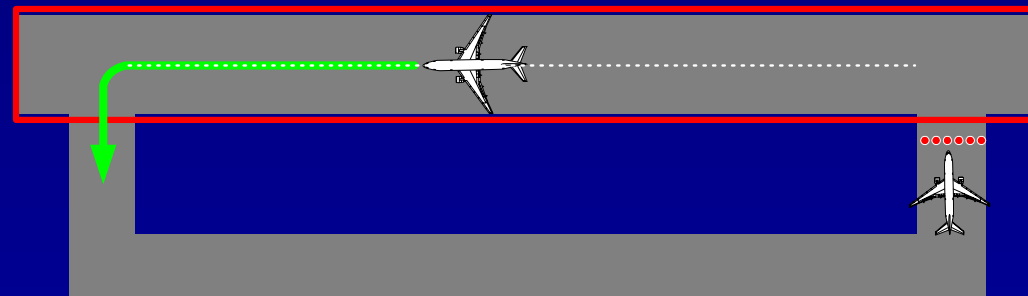
## ◆管制機能

2004 ICAO Manual  
Doc 9830

- ・コンフリクトを予測し、解決策を提供する。



- ・滑走路や誘導路への誤進入に対し警告を発し、保護装置（例えば、停止線灯又は警報）を動作させる。



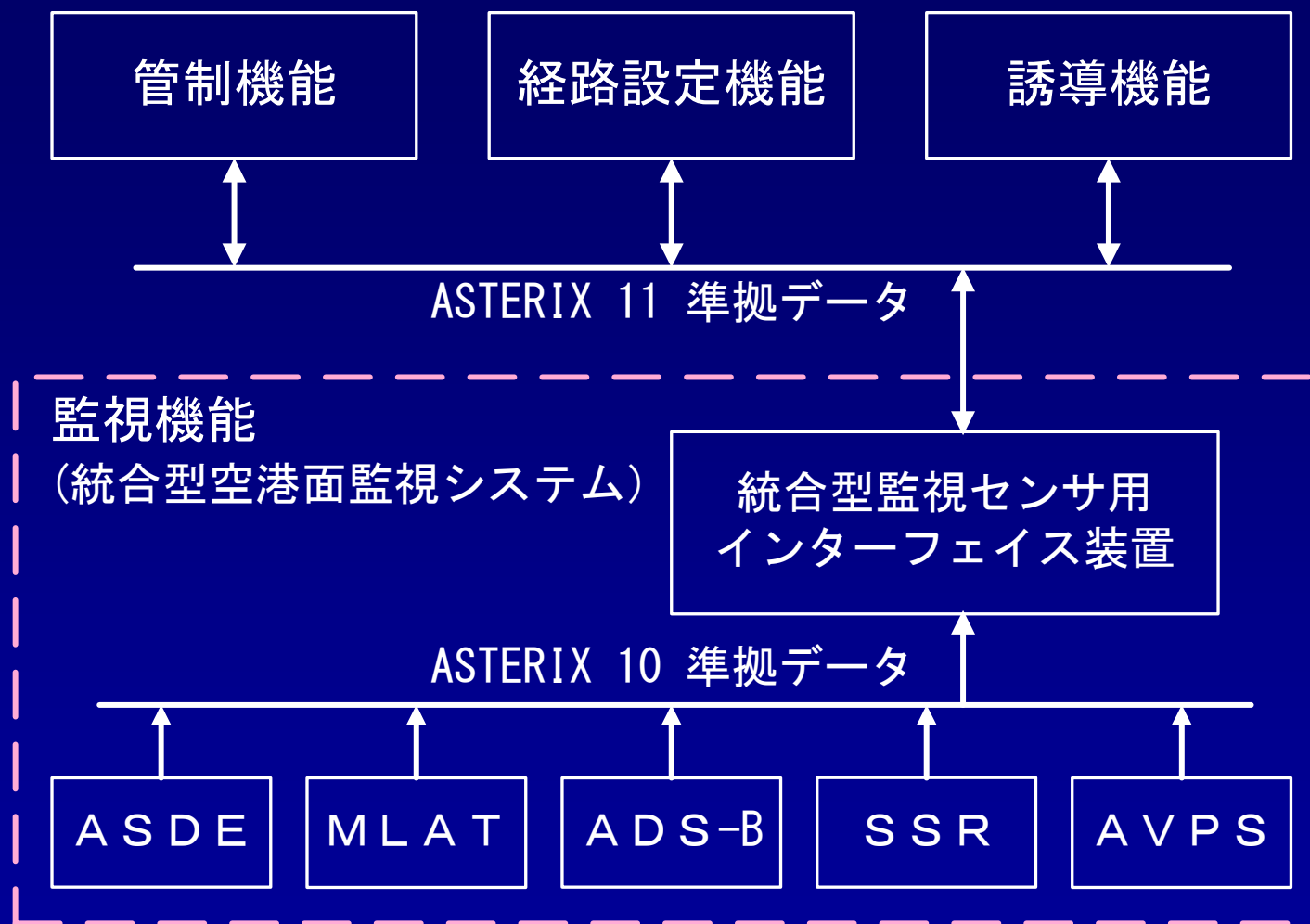
滑走路誤進入及びコンフリクトの検出手法について検討し、  
検出処理用ソフトウェアを開発する。



## (2) 監視機能

# ◆統合型空港面監視システムブロック図

監視機能

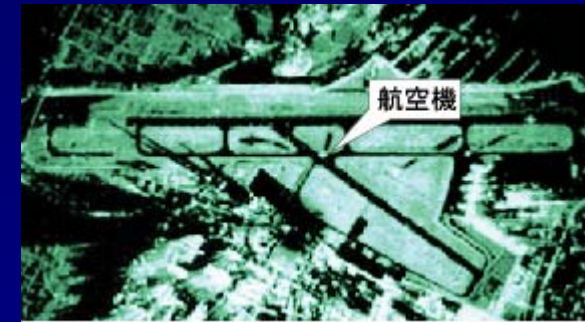


複数の監視センサからの位置データを融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置データを生成・出力。

# ◆ASDE (空港面探知レーダ)

監視機能

- 1次レーダで航空機側に特別な装備は不要
- 航空機と車両の両方が検出可能
- 移動体の識別情報(ID)は得られない
- 建造物等による遮蔽でブラインドエリアが発生



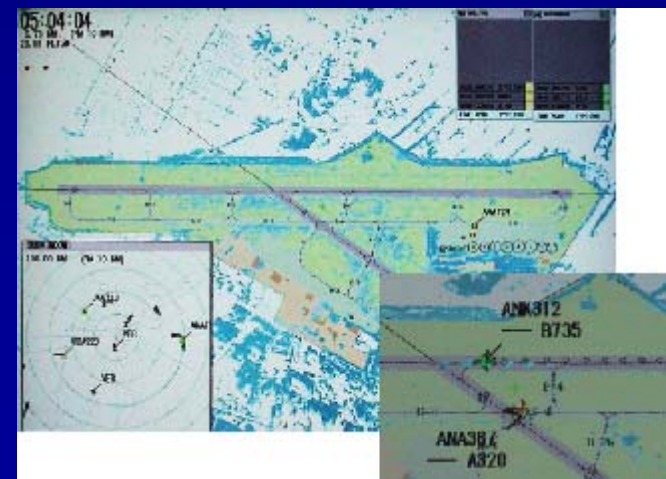
◆ノーマルビデオ画面



◆ASDEアンテナ鉄塔



◆表示装置



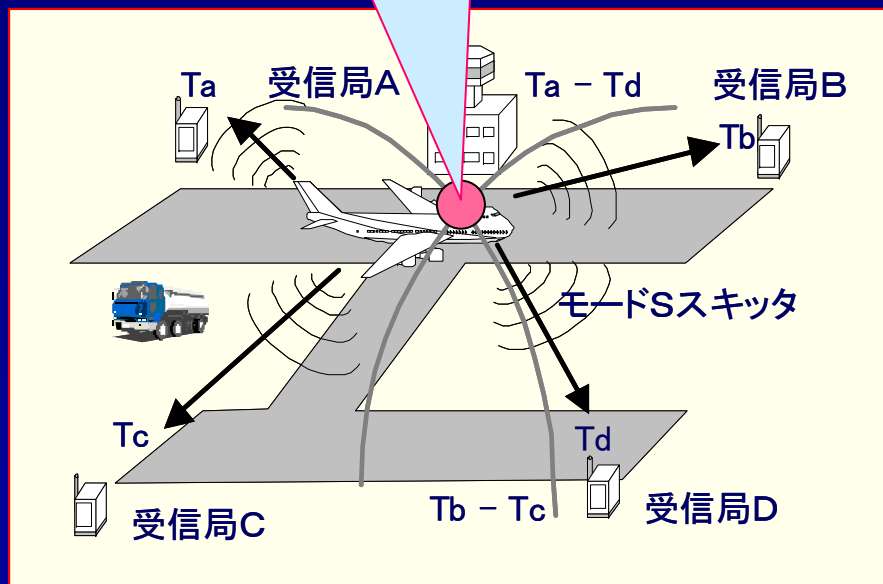
◆デジタルASDE画面

# ◆ MLAT (マルチラレーション)

監視機能

航空機から送信されるACAS (航空機衝突防止装置) やSSR (二次監視レーダ) のモードS応答を3ヶ所以上の受信局で受信して、受信時刻差から航空機の位置を測定する。

航空機の位置(双曲線の交点)



◆ MLAT測位原理図

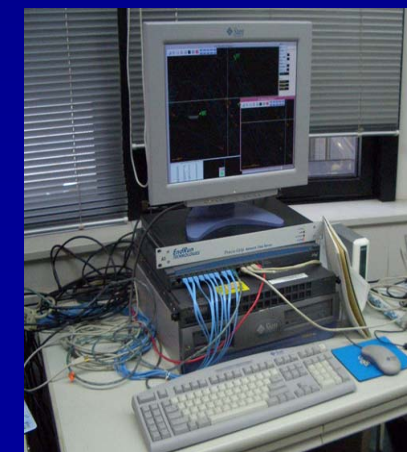
## ◆ 特徴

- 航空機便名の自動タグ付けが可能
- 天候による精度劣化が少ない
- ASDEのブラインドエリアの補完が可能
- 航空機側の改修が不要

## ◆ アンテナ設置外観



## ◆ MLAT中央処理装置



# ◆SSR (二次監視レーダ)

監視機能

- 空港周辺における飛行中の航空機の監視が主な役割
- 到着機の監視情報を提供するセンサとして利用

## ◆アンテナ設置外観



## ◆モニタ表示画面



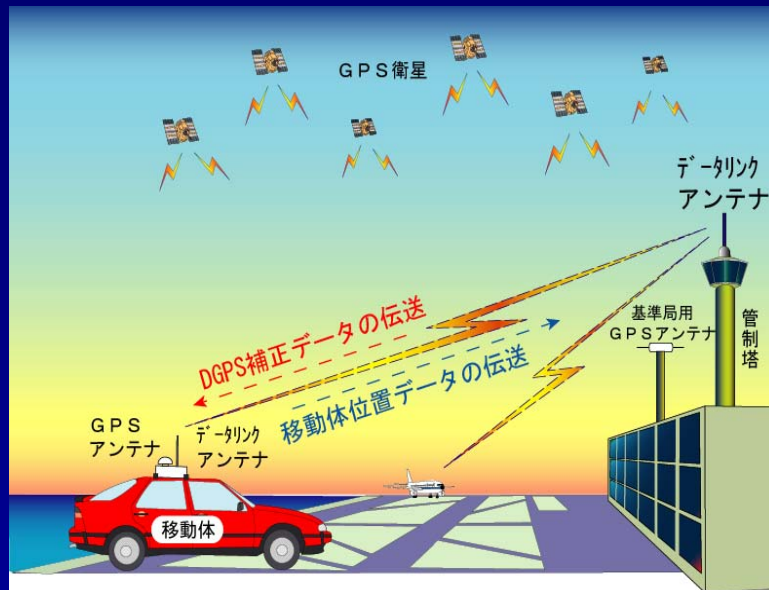
トランスポンダ  
搭載機

質問・応答

# ◆ AVPS (空港内車両位置情報システム)

監視機能

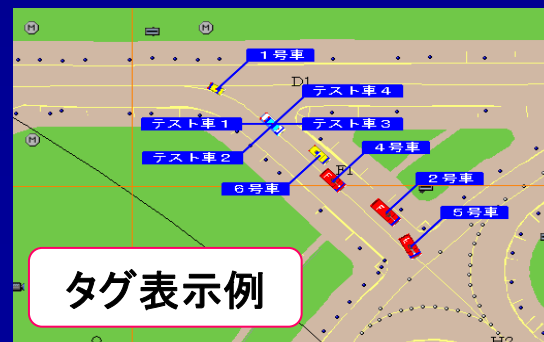
- GPSによる精密測位と無線データリンク（ポーリング方式による2.4GHz帯特定小電力SS無線）を活用した監視センサ
- 主として空港内を走行する管理車両を監視



◆ 監視モニタ表示装置



航跡表示例



タグ表示例

◆ 業務車 (Type1)



◆ 簡易測量 (Type3)



◆ 雪氷調査車 (Type1)



◆ 消防車両 (Type1)



◆ 除雪車両



スノースイバ (Type2)



監督車 (Type2)



スノーブラウ (Type2)



ロータリー (Type1)

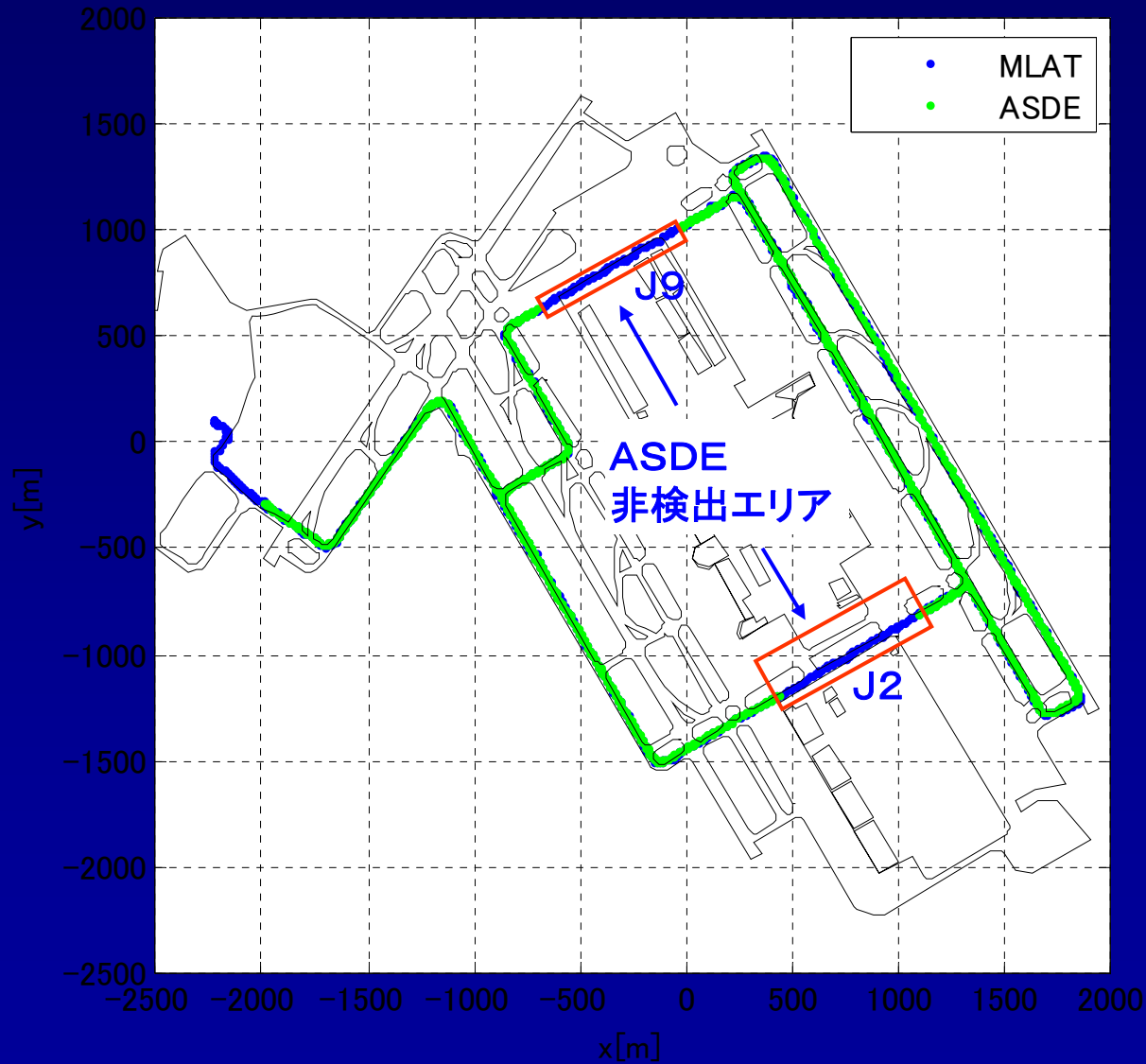
◆ 空港管理車両

# ◆ 統合型監視センサ航跡記録例 (センサ航跡)



- ・ H17東京国際空港におけるMLATの導入調査 (飛行検査機による評価)

2006/2/10

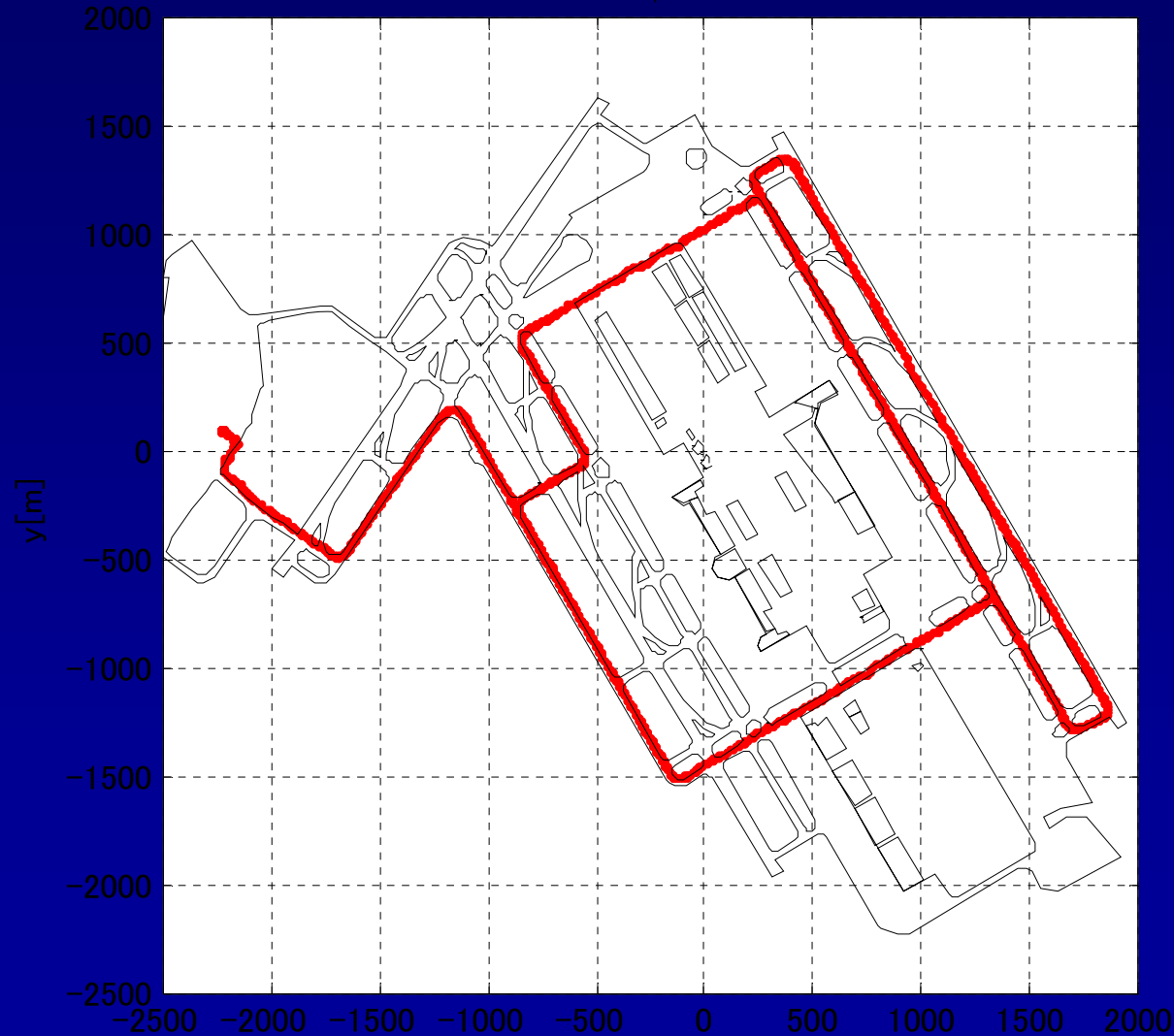


# ◆統合型監視センサ航跡記録例 (システム航跡)

監視機能

- ・ H17東京国際空港におけるMLATの導入調査 (飛行検査機による評価)

Fusion Track,2006/2/10



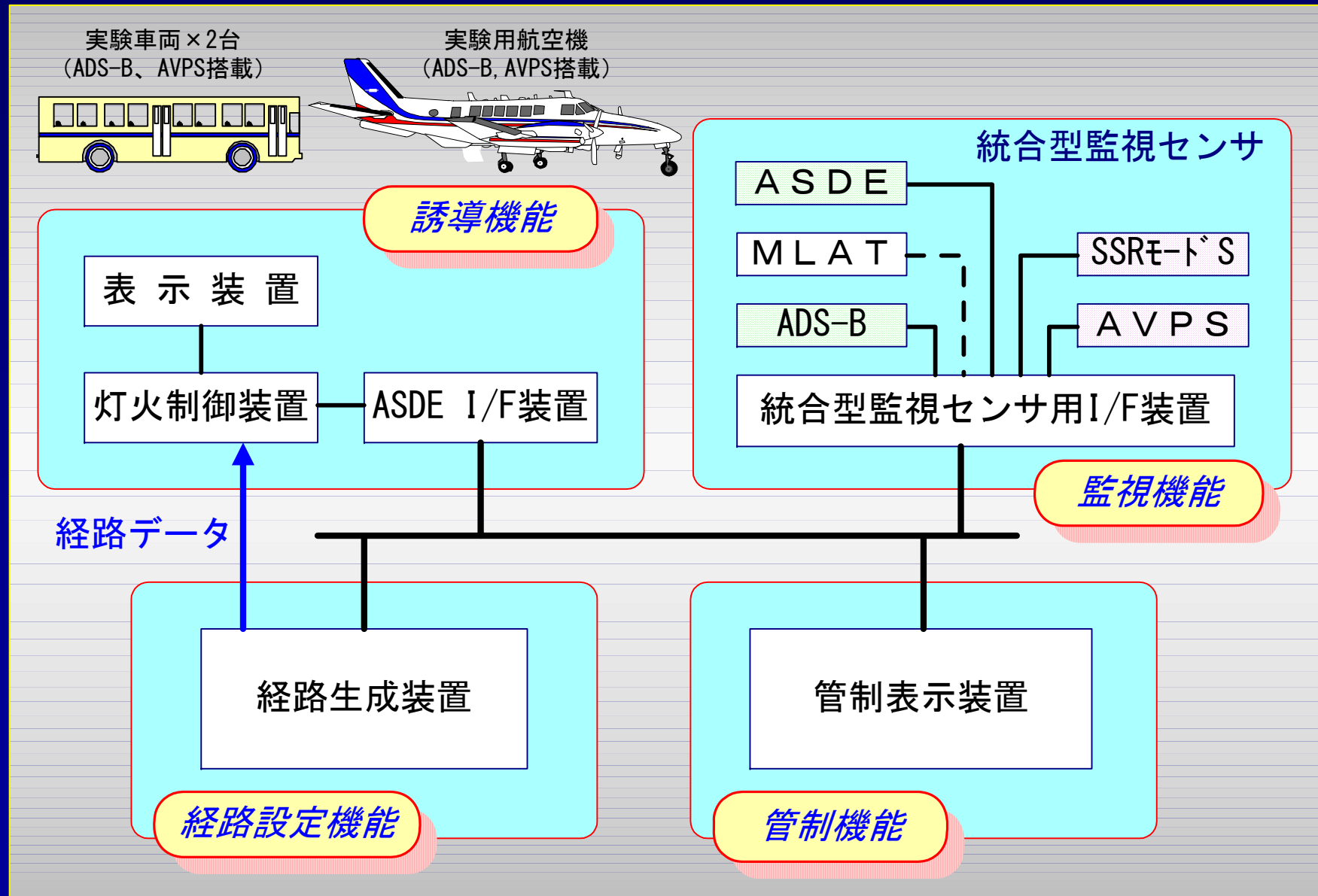
※複数の監視センサを融合して相互補完処理することで航跡の連続性が保持される



## (3) A-SMGC実験システム接続試験

# ◆A-SMGC実験システム系統図

接続試験



# ◆主要監視センサ設置外観

接続試験



◆ASDEアンテナ鉄塔

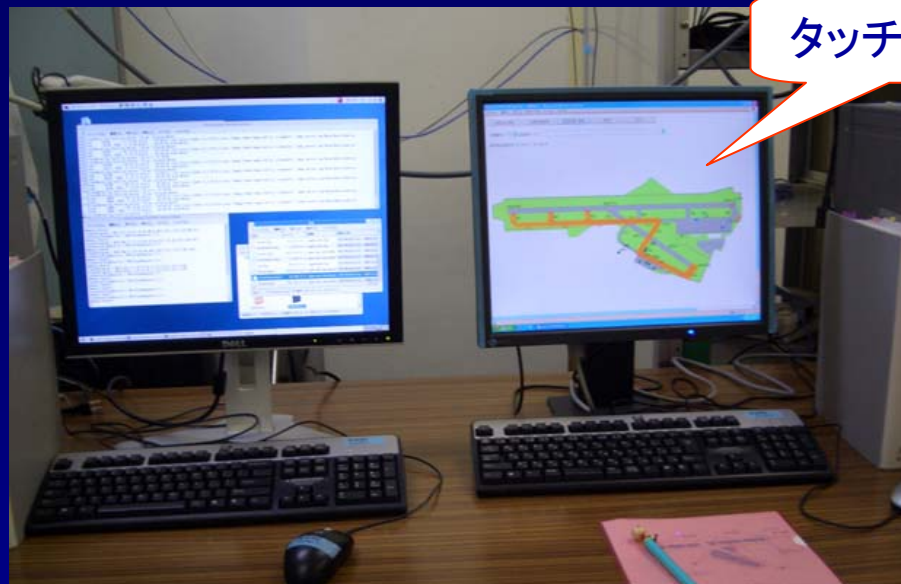


◆ADS-B受信アンテナ

# ◆経路設定機能

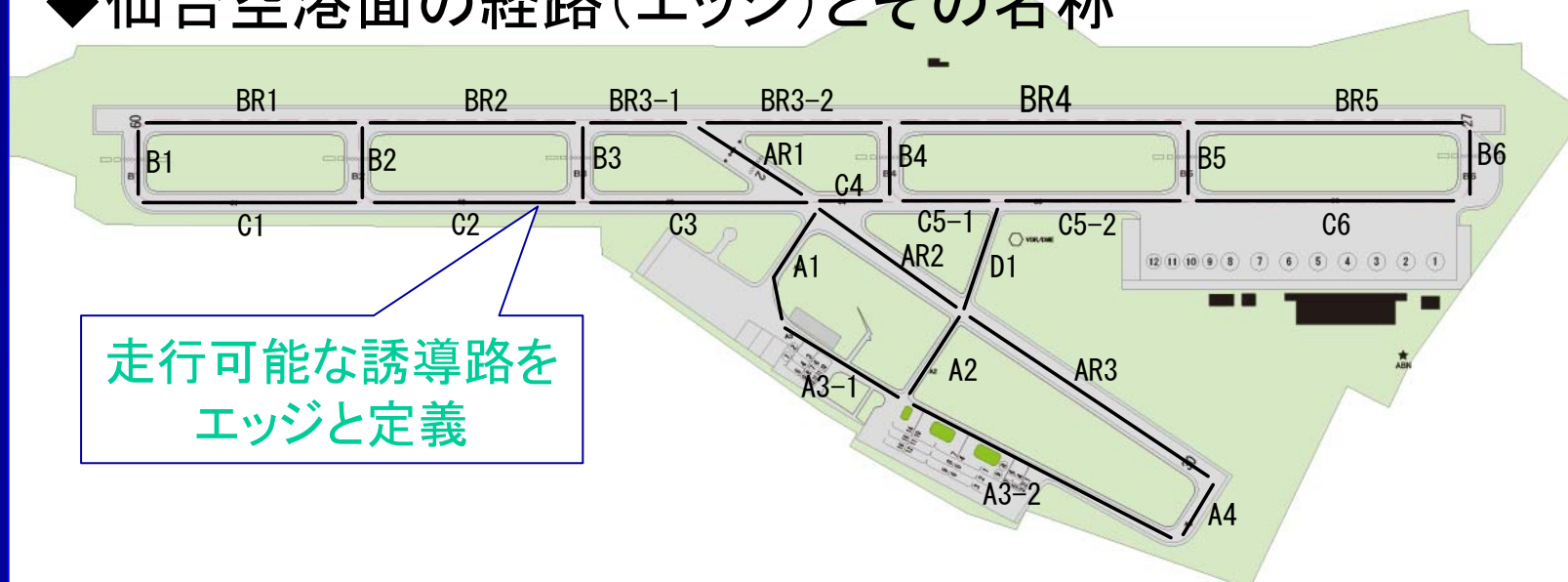
接続試験

## ◆タッチパネルを使った 経路生成装置



タッチパネル

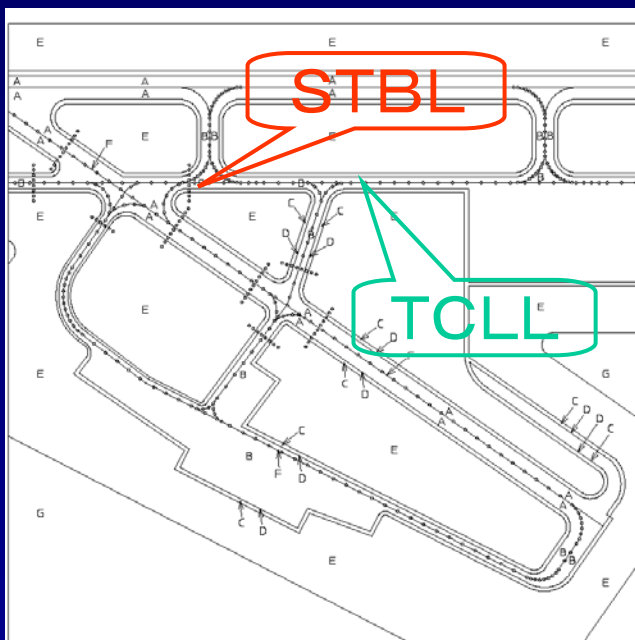
## ◆仙台空港面の経路(エッジ)とその名称



# ◆灯火誘導機能

接続試験

## ◆TCLL&STBL座標データ



## ◆灯火制御&モニタ表示装置、灯火模擬パネル

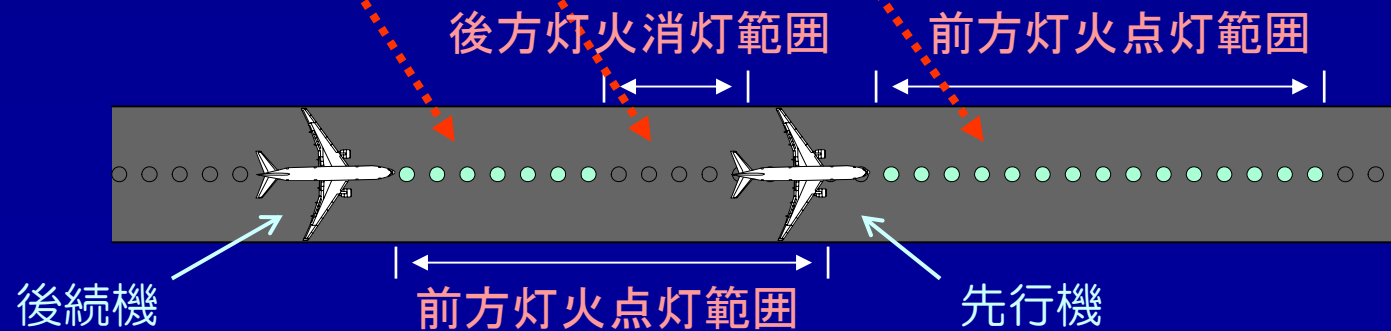
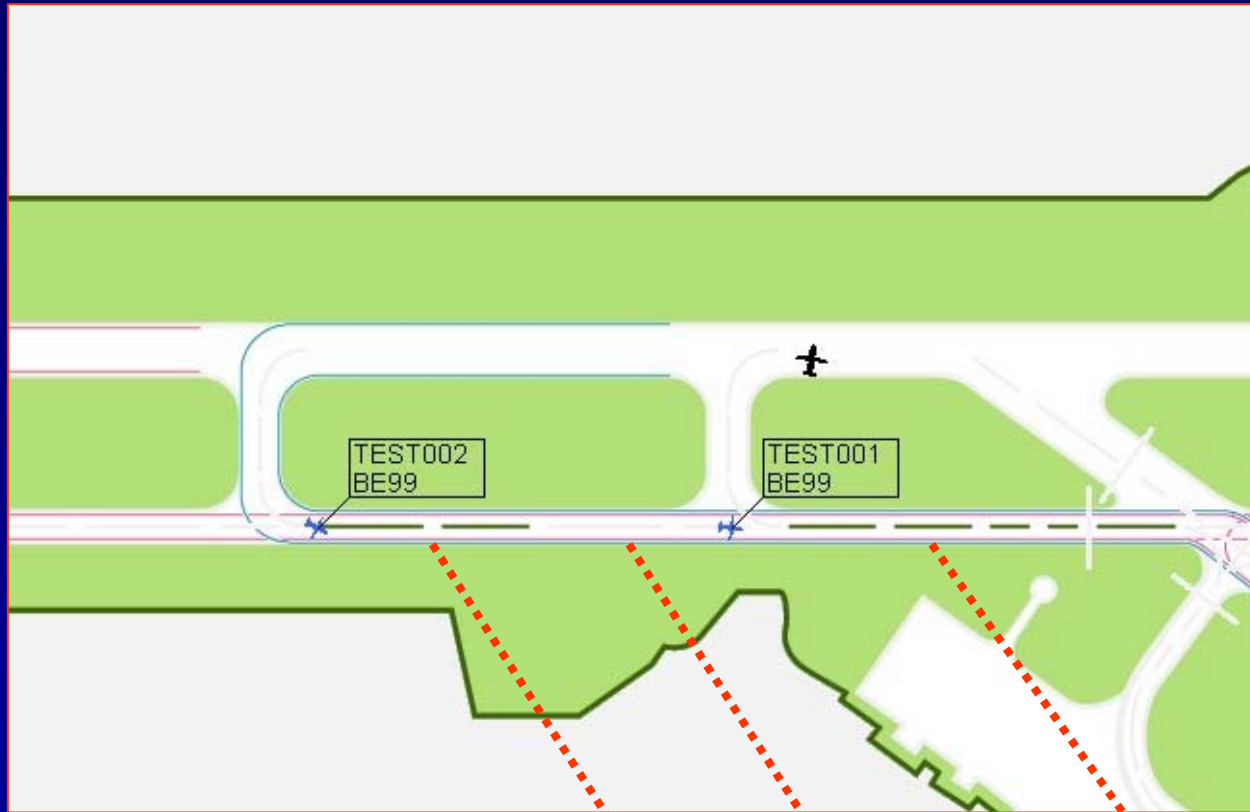


## ◆TCLL&STBL点灯表示例

# ◆夜間走行試験（縦列走行灯火制御）

接続試験

## ◆灯火制御モニタ表示画面（前方点灯と後方消灯例）

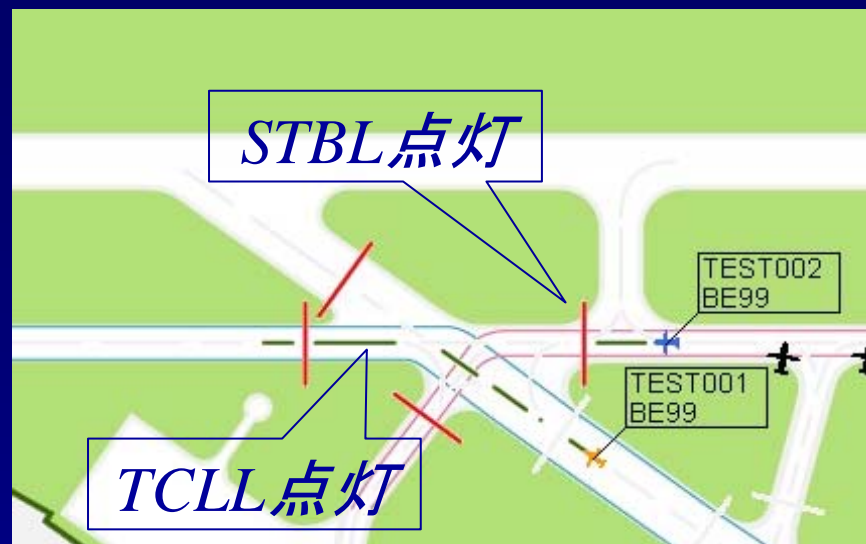


# ◆夜間走行試験（交差点灯火制御）

連接試験



(1) 交差点に2機接近



(2) STBL点灯



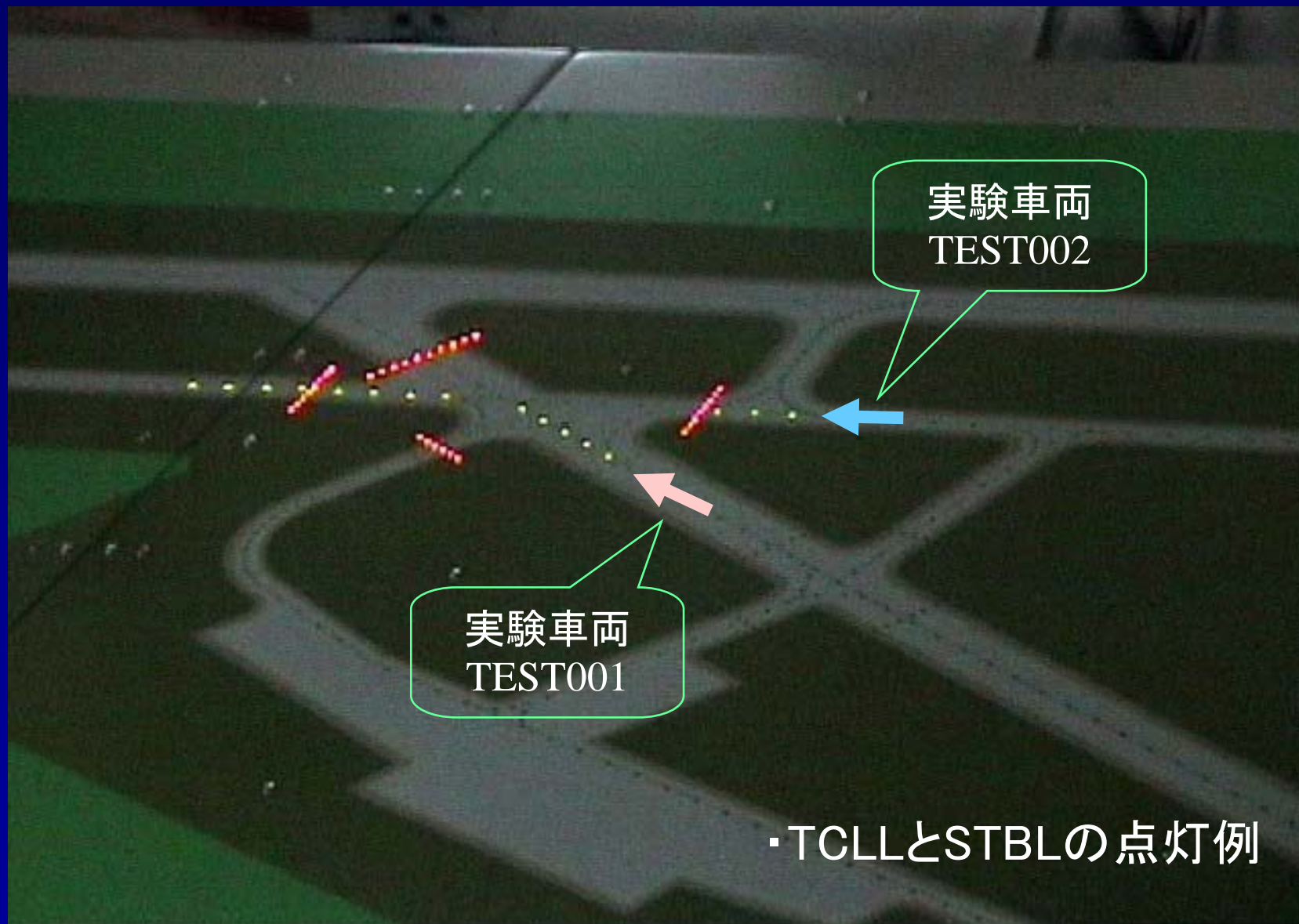
(3) 優先通過機交差点通過中



(4) 優先通過機交差点離脱

# ◆灯火模擬パネル点灯表示例

接続試験

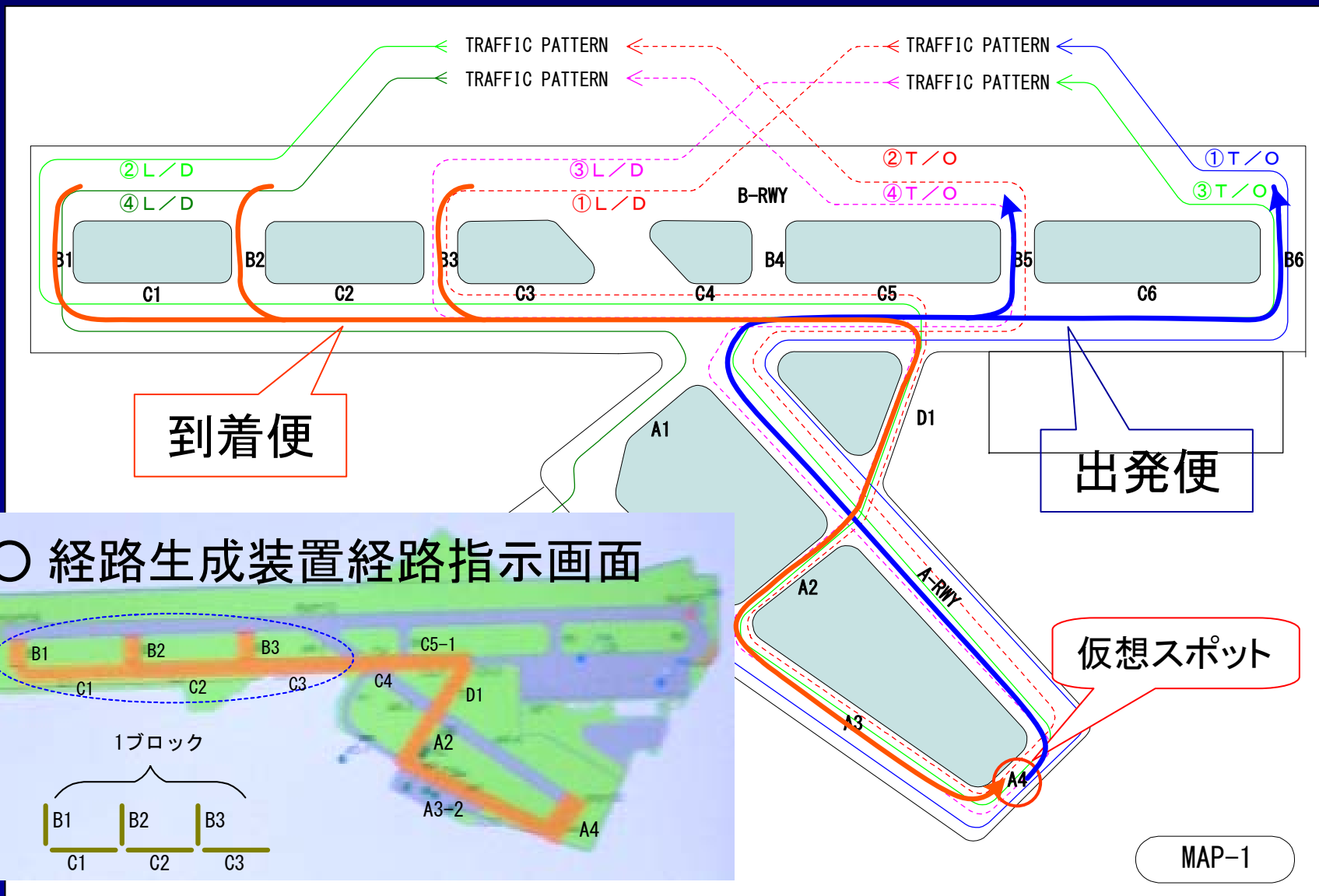




# ◆ 実験用航空機による走行試験

接続試験

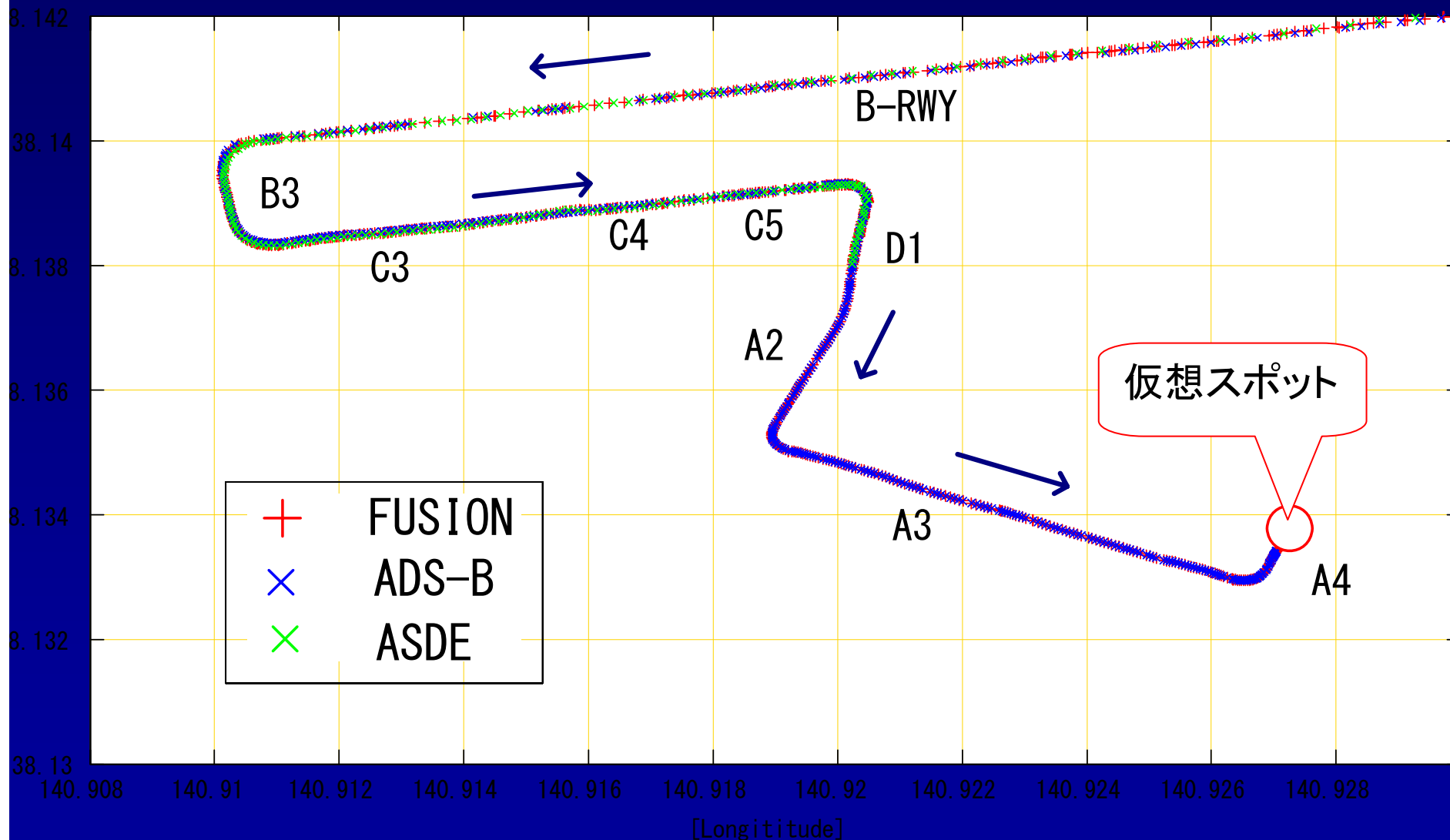
## ○ 飛行試験用トラフィックパターン



# ◆ 実験用航空機による走行試験

接続試験

## ○ 統合型監視センサ航跡記録例(到着便)



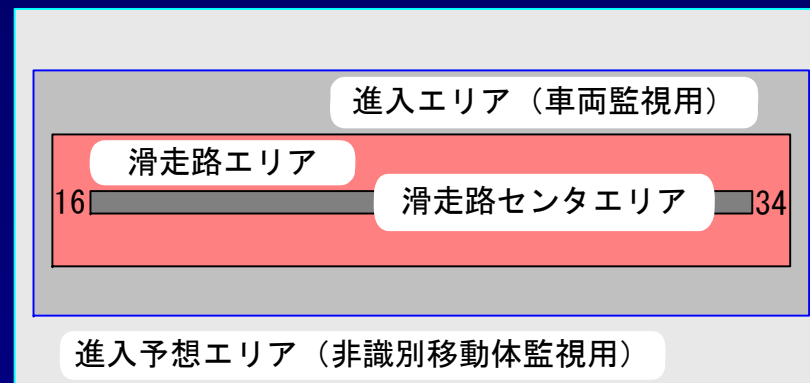
## (4) 管制機能

# ◆滑走路誤進入・コンフリクトの検出

## ◆移動体の識別 (監視センサの種類により識別)

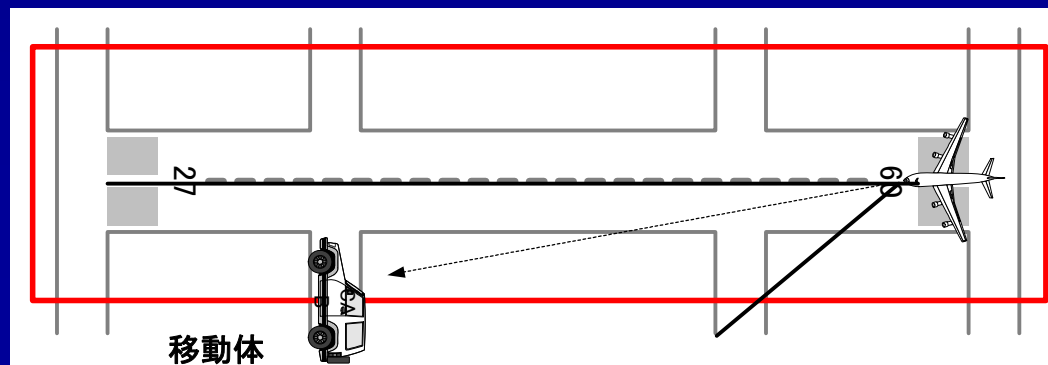
|       | ASDE | MLAT | AVPS |
|-------|------|------|------|
| 航空機   | ○    | ○    | ×    |
| 識別車両  | ○    | ×    | ○    |
| 非識別車両 | ○    | ×    | ×    |

## ◆監視エリアおよび判定エリア



## ◆離陸機前方の移動体(一例)

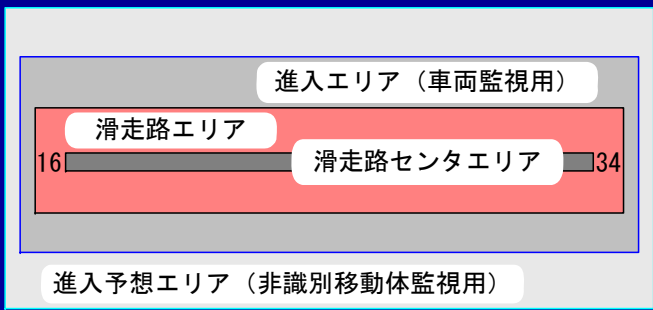
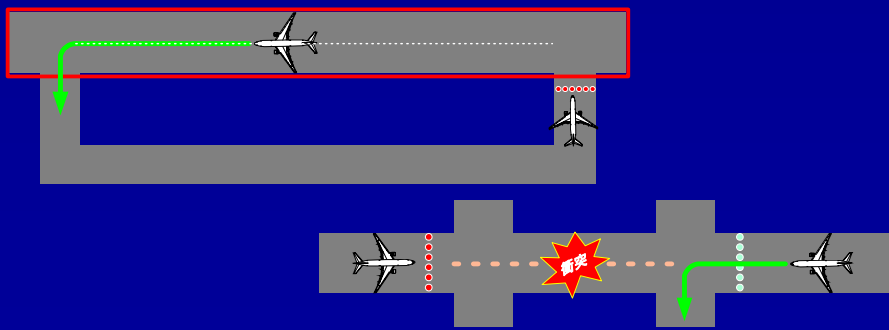
- ・ 離陸機の前方に移動体を検出した場合、注意を発する。
- ・ 離陸機の前方が一定以上となった場合、警報を発する。



# ◆誤進入・コンフリクトの検出結果

管制機能

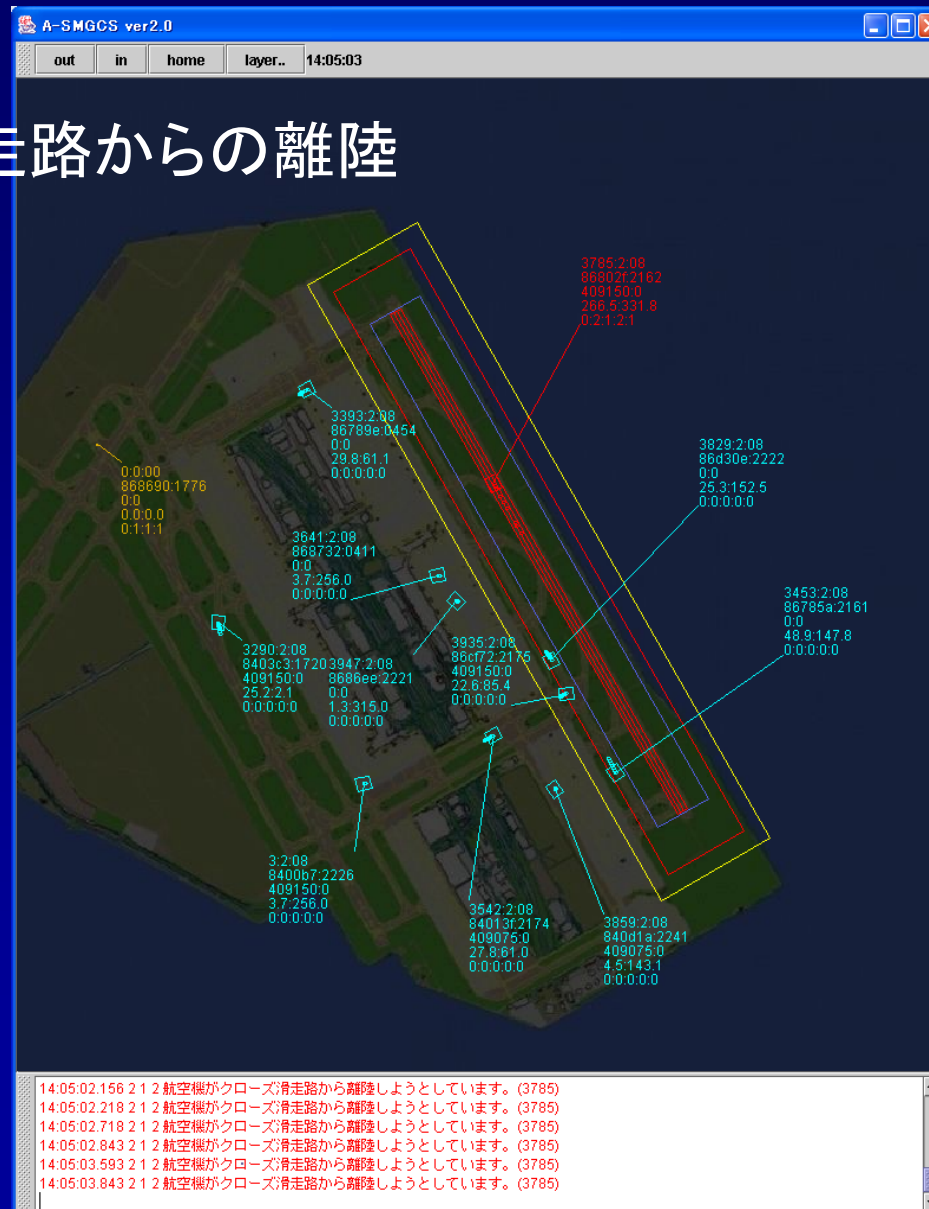
| No | 移動体と状況    | → | 移動位置または状態       | 検出結果 |
|----|-----------|---|-----------------|------|
| 1  | 非識別移動体    | → | 進入予想エリア         | 注意   |
| 2  | 識別車両      | → | 進入エリア           | 注意   |
| 3  | 出発機       | → | オープン滑走路（順方向）    | 正常   |
| 4  | 出発機       | → | オープン滑走路（逆方向：進入） | 注意   |
| 5  | 出発機       | → | オープン滑走路（逆方向：離陸） | 警報   |
| 6  | 出発機       | → | クローズ滑走路（進入）     | 注意   |
| 7  | 出発機       | → | クローズ滑走路（ラインナップ） | 警報   |
| 8  | 到着機       | → | クローズ滑走路（進入）     | 注意   |
| 9  | 到着機       | → | クローズ滑走路（侵入）     | 警報   |
| 10 | 出発機ラインナップ | → | 前方移動体           | 注意   |
| 11 | 出発機離陸開始   | → | 前方移動体           | 警報   |
| 12 | 出発機ラインナップ | → | 前方出発機           | 注意   |



# ◆簡易表示画面（誤進入の検出）

管制機能

## ・クローズ滑走路からの離陸



## ◆まとめ

### ◆ 監視機能

- ・ 航空機と車両の全てに対する自動識別表示を実現する統合型空港面監視センサの開発を優先的に実施。
- ・ 「東京国際空港マルチラレーション導入評価」で実用化に向けての見通しを得た。

### ◆ 経路設定機能

- ・ タッチパネル等を使って複数機に対する経路指示が比較的容易に出来ることを確認。

## ◆まとめ

---

### ◆誘導機能

- ・ 移動体の監視データと経路データを基に、対象となる航空機の移動に合わせて誘導路中心線灯(TCLL)と停止線灯(STBL)に対する灯火制御が所定の手順に沿って正常に動作することを確認。

### ◆管制機能

- ・ 滑走路誤進入・コンフリクトを防止するための処理アルゴリズムについて検討し、機能実現に向けた検出用処理アルゴリズムを試作。



## ◆今後の課題

---

### ◆監視機能

- ・マルチパスが発生しやすいスポット周りに対する検証。
- ・マルチパスによる影響を受けにくい監視センサの開発。
- ・統合型空港面監視センサ導入に向けた信頼性の評価。

### ◆経路設定機能

- ・操作性がより一層簡便な経路指示方法についての検討。
- ・仙台空港をモデルとした推奨経路生成処理アルゴリズムに対するモデル化の妥当性の検証。
- ・推奨経路処理アルゴリズムの東京国際空港及び成田空港への機能拡張。

## ◆ 今後の課題

---

### ◆ 誘導機能

- ・ 灯火制御による誘導機能（フォローグリーン）実現に向けた、実灯火によるフィールド試験の実施。

### ◆ 管制機能

- ・ 滑走路誤進入・コンフリクト検出用処理アルゴリズムの機能向上として、2センサ（ASDE、MLAT）での最適な検出方法と、交差する複数滑走路での検出手法の検討。