

先進型地上走行誘導管制

(A-SMGC) 実験システムの

総合性能試験

独立行政法人 電子航法研究所

二瓶 子朗、宮崎 裕己、古賀 禎、青山 久枝、
山田 泉、角張 泰之、上田 栄輔、林 一夫

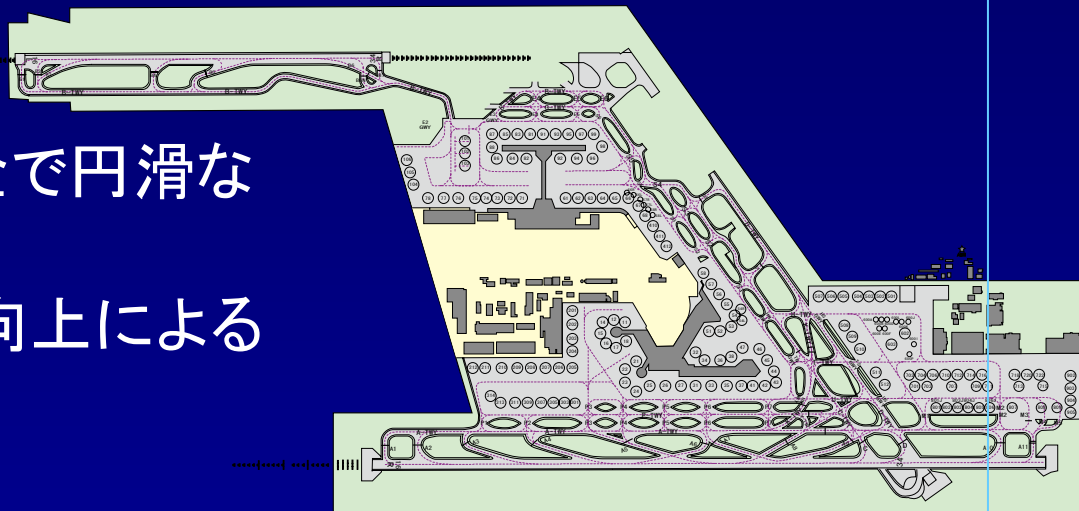
独立行政法人 交通安全環境研究所

豊福 芳典、青木 義郎

1. 研究の背景と電子研における取り組み

◆ 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。



- ・ A-SMGCシステムの早期研究・開発・導入

◆ 電子研における取り組み

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

2. A-SMGCシステムの概要

- ・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

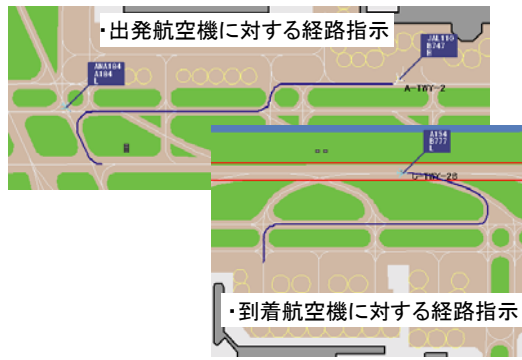
監視機能

- ・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。



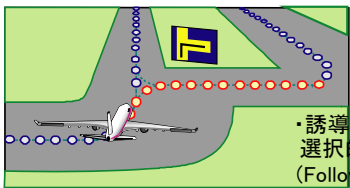
経路設定機能

- ・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。

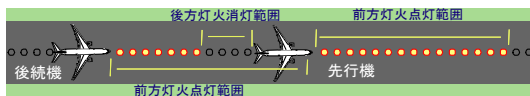


誘導機能

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。



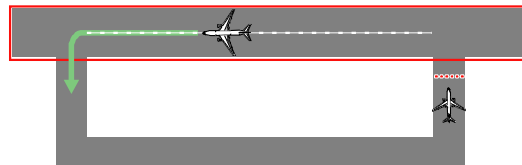
・誘導路中心線灯の選択的点灯点滅制御 (Follow Green)



後続機が続く場合の制御

管制機能

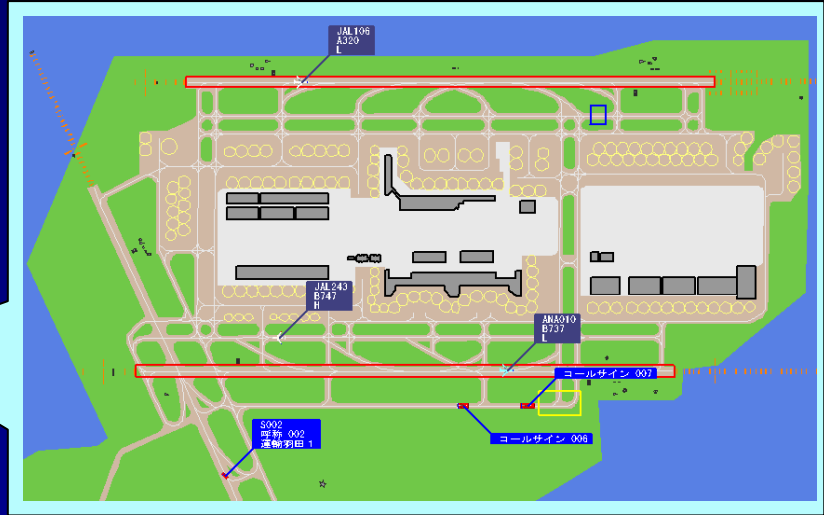
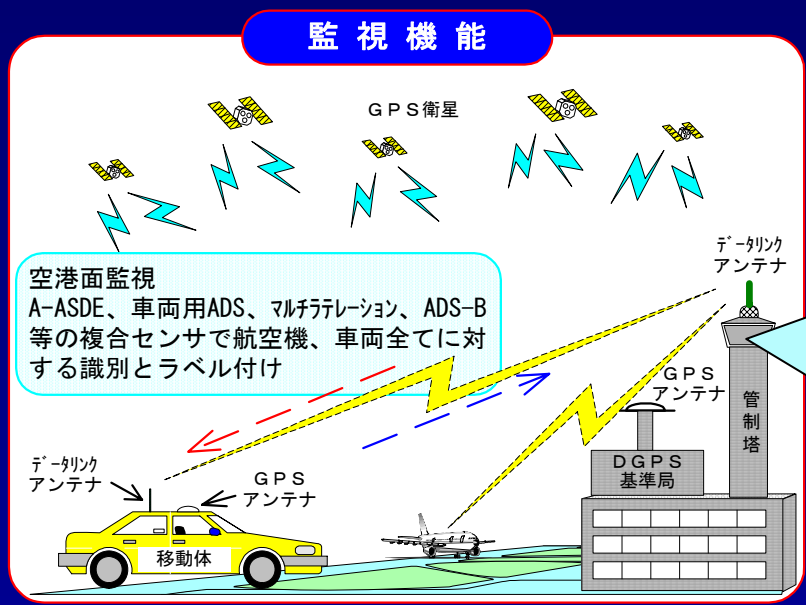
- ・滑走路や誘導路への誤進入に対して警告を発し、解決策を提供する。



- ・コンフリクトを予測し、解決策を提供する。

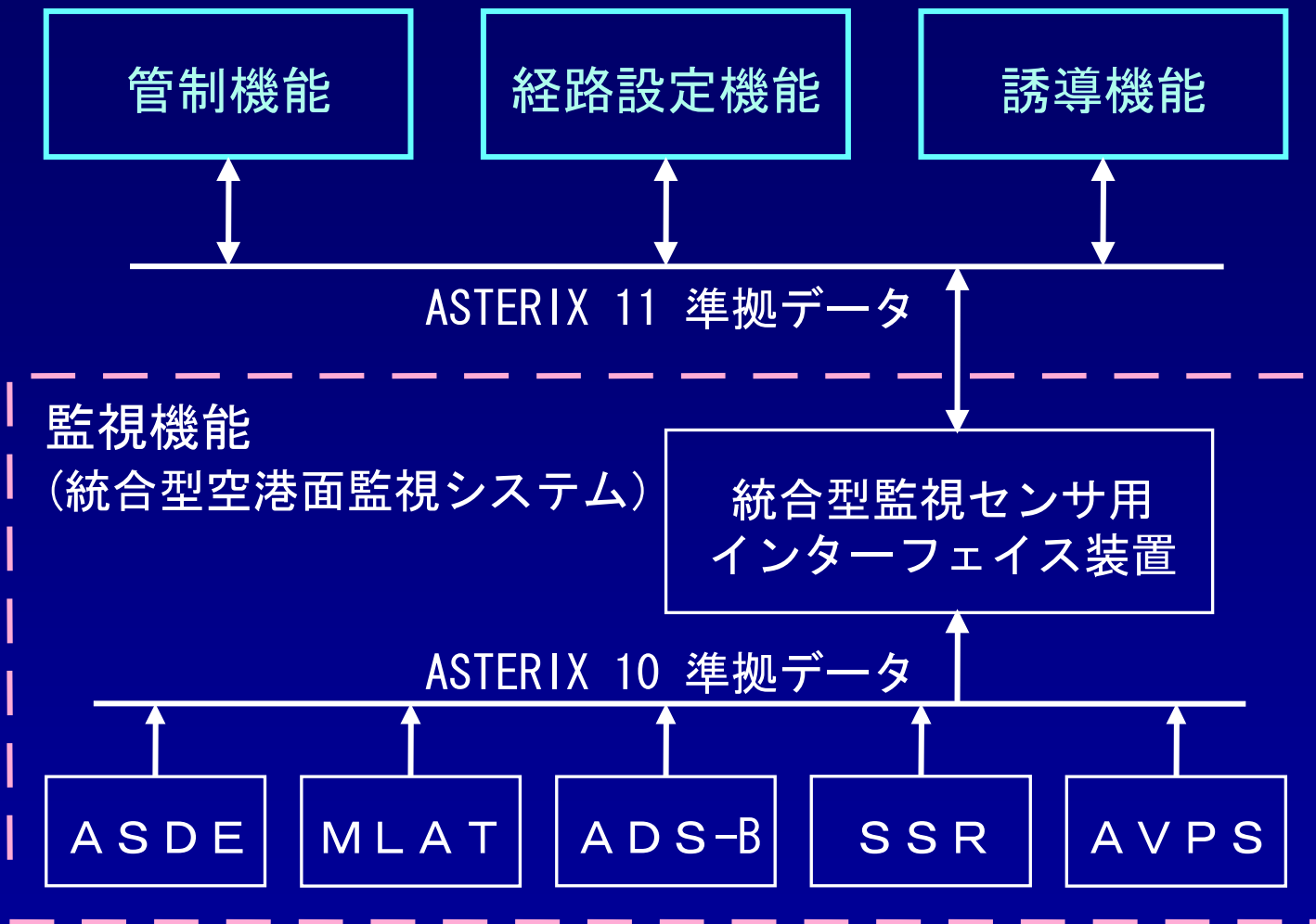


- ・ 移動区域内の全ての移動に関する正確な位置情報を提供する。
- ・ 許可移動に関する識別とラベル付けを提供する。



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センサを開発する。

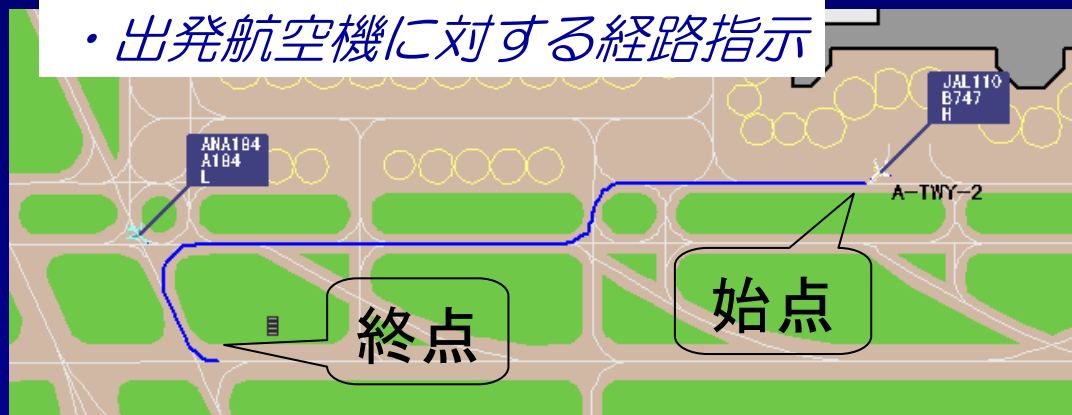
・統合型空港面監視センサブロック図



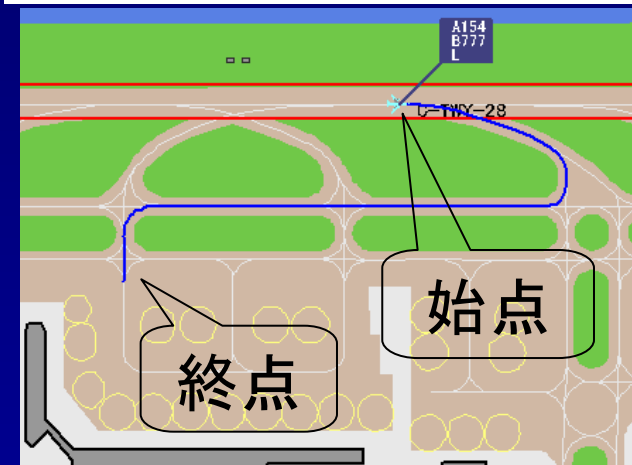
複数の監視センサからの位置データを融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置データを生成・出力。

- ・ 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



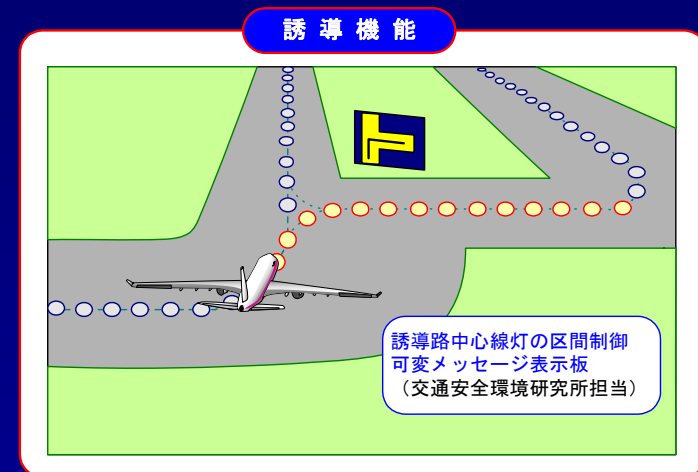
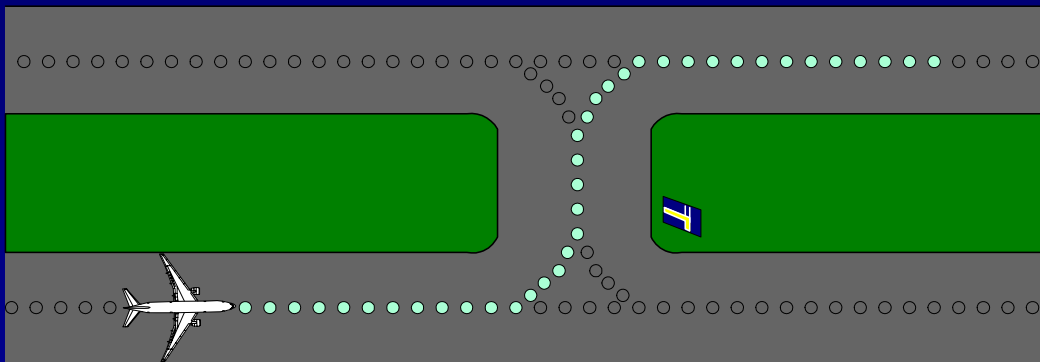
・ 到着航空機に対する経路指示



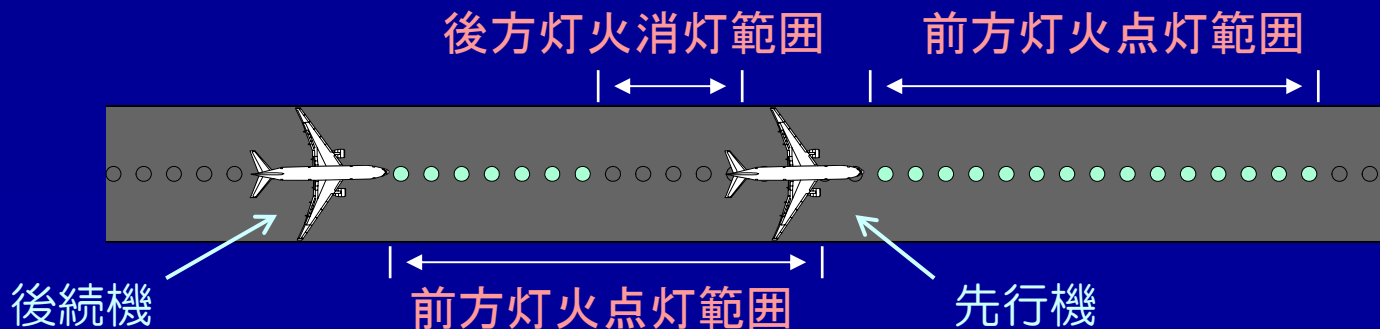
タッチパネル等を使って、スポット～滑走路端間の走行経路を選択指示することで、その間の経路を容易に生成・指示できる経路生成装置を開発する。

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。

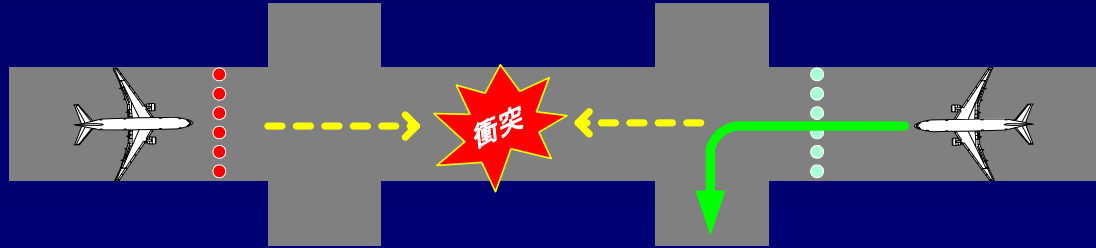
- ・ 誘導路中心線灯の選択的点灯点滅制御 (Follow Green) によって、航空機の地上走行を誘導する



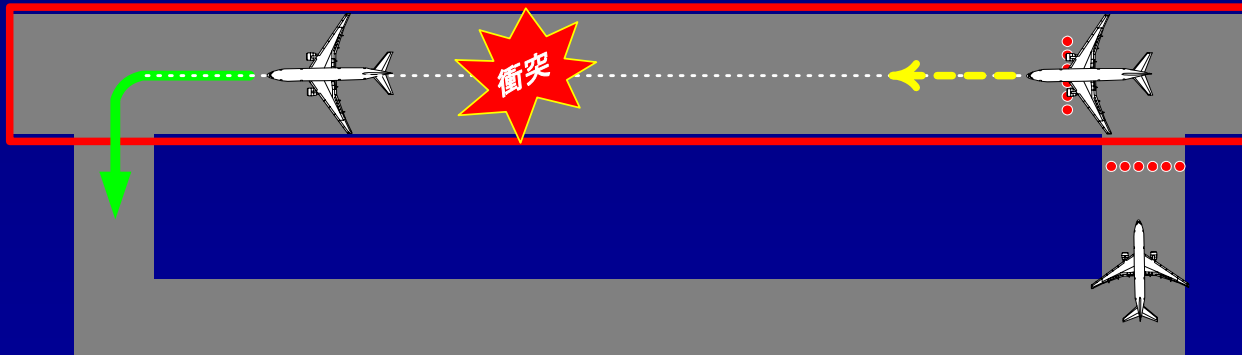
- ・ 後続機が続く場合、先行機の後方灯火消灯制御を優先させて、先行機の直後一定範囲は点灯させない。



- ・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。

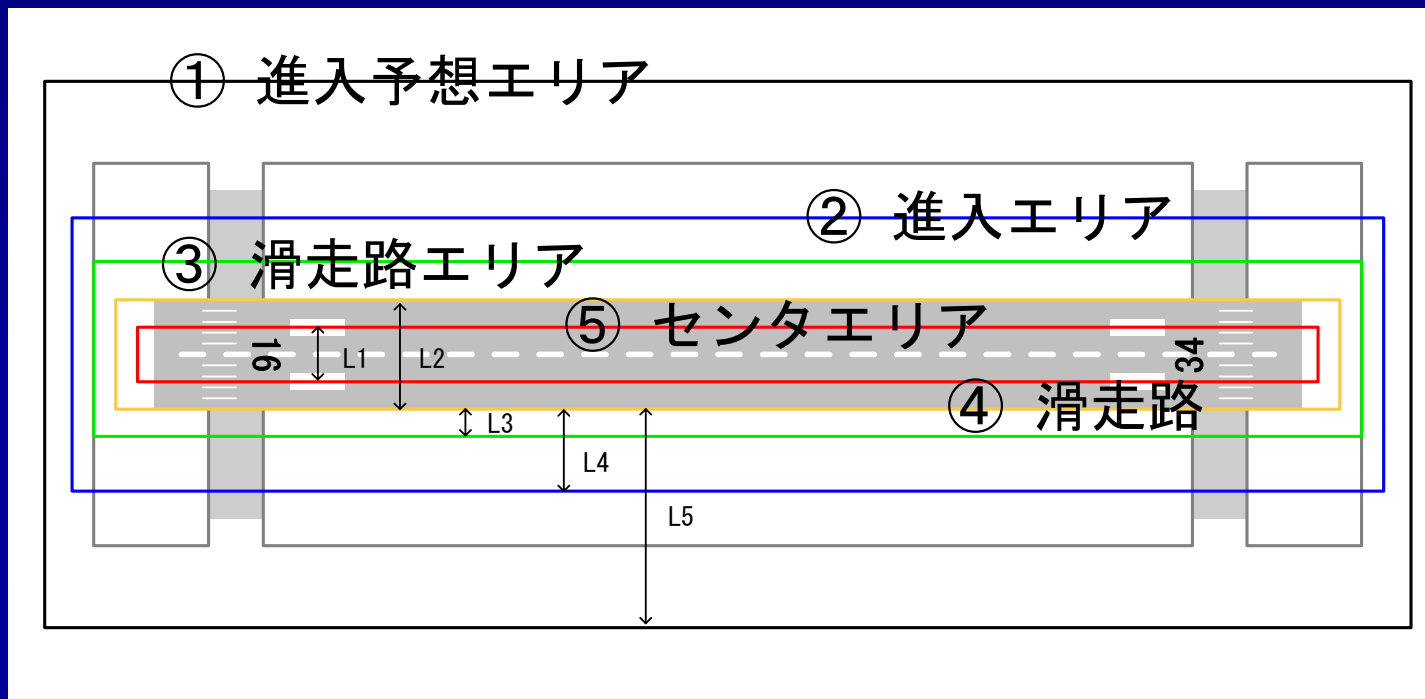


滑走路誤進入及びコンフリクトの検出手法について検討し、検出処理用ソフトウェアを開発する。

- 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	○	×	×

- 滑走路周り設定した保護エリア

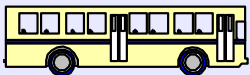


状態	移動体	判定基準	検出結果
誤進入	非識別移動体の進入	進入予想エリア	注意
	識別車両の進入	進入エリア	注意
	クローズ滑走路からの離陸	滑走路エリア	注意
	クローズ滑走路からの離陸	センタエリア	警報
	クローズ滑走路への着陸	30秒未満	注意
	クローズ滑走路への着陸	15秒未満	警報
	運用方向とは逆方向へ離陸	センタエリア	注意
	運用方向とは逆方向へ離陸	100m移動	警報
コンフリクト	離陸機の前方に移動体	30kt未満	注意
	離陸機の前方に移動体	30kt超過	警報
	着陸機の前方に移動体	30秒未満	注意
	着陸機の前方に移動体	15秒未満	警報

3. A-SMGC実験システム総合性能試験

- (1). 実験車両を使った夜間走行試験
- (2). 実験用航空機を使った飛行試験

実験車両 × 3台
(ADS-B、AVPS搭載)



実験用航空機
(ADS-B、AVPS搭載)



誘導機能

表示装置

灯火模擬
パネル

灯火制御
装置

経路データ

経路生成装置

経路設定機能

ASTERIX 11

ASDE

ADS-B

統合型監視センサ用
I/F装置

SSRトランス

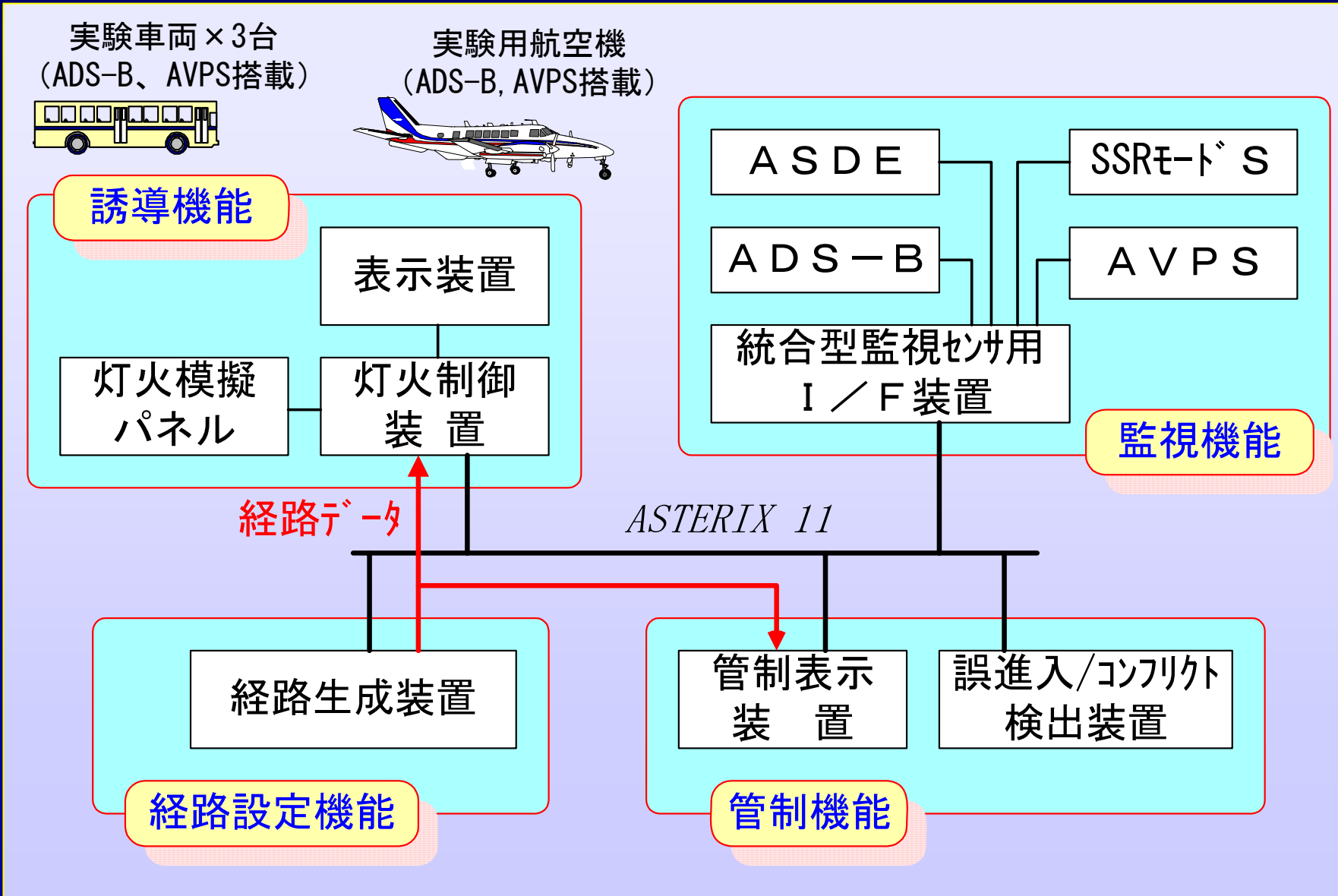
AVPS

監視機能

管制表示
装置

管制機能

誤進入/コンフリクト
検出装置



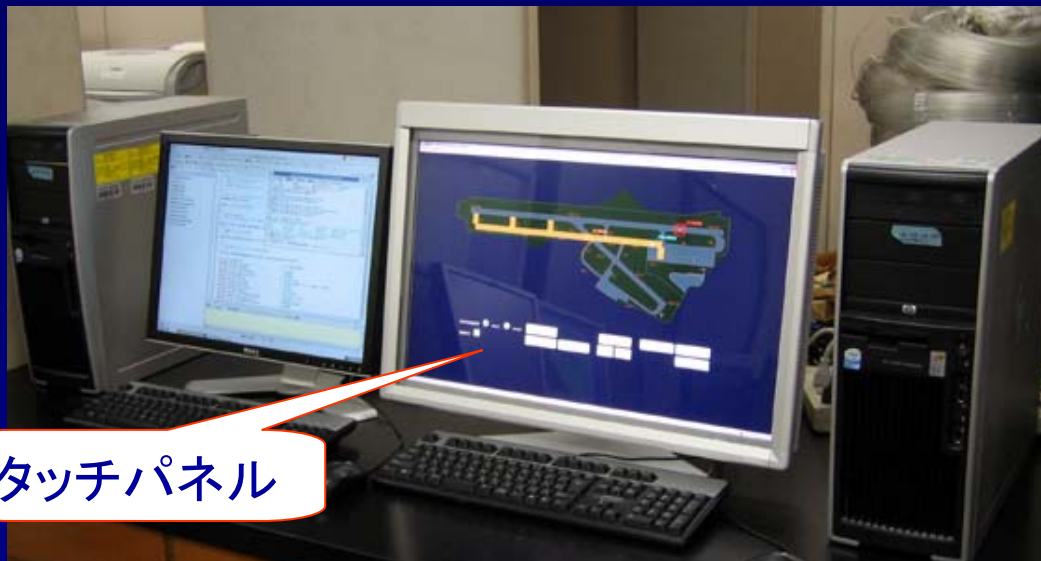


◆ASDEアンテナ鉄塔



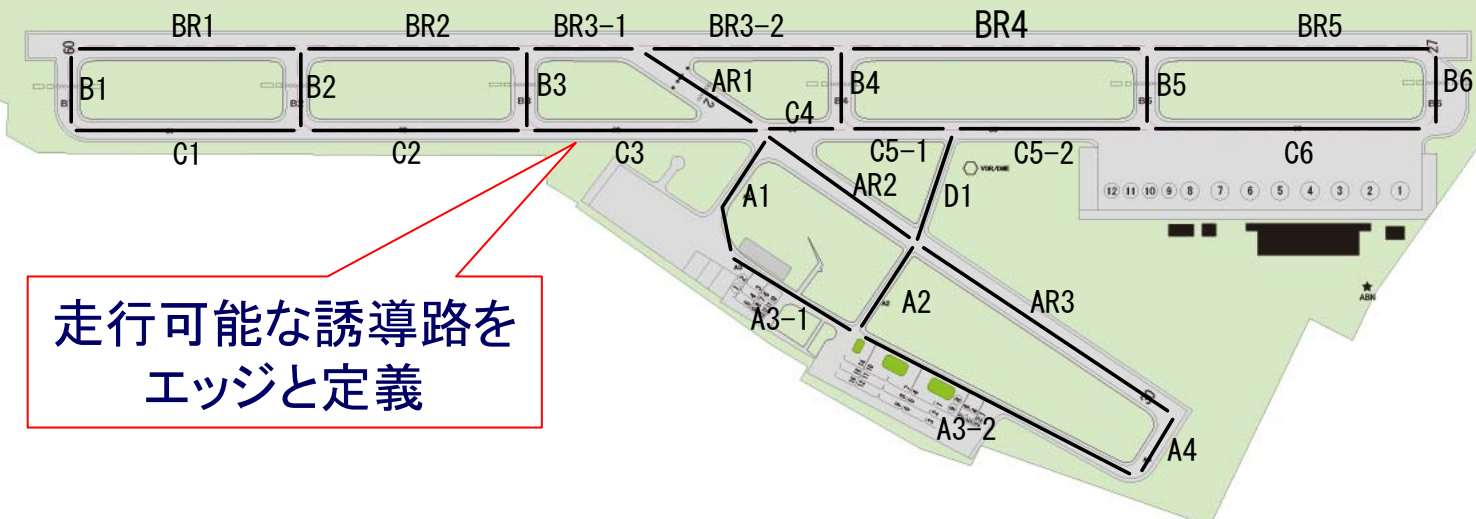
◆ADS-B受信アンテナ

- ・タッチパネルを使った経路生成装置



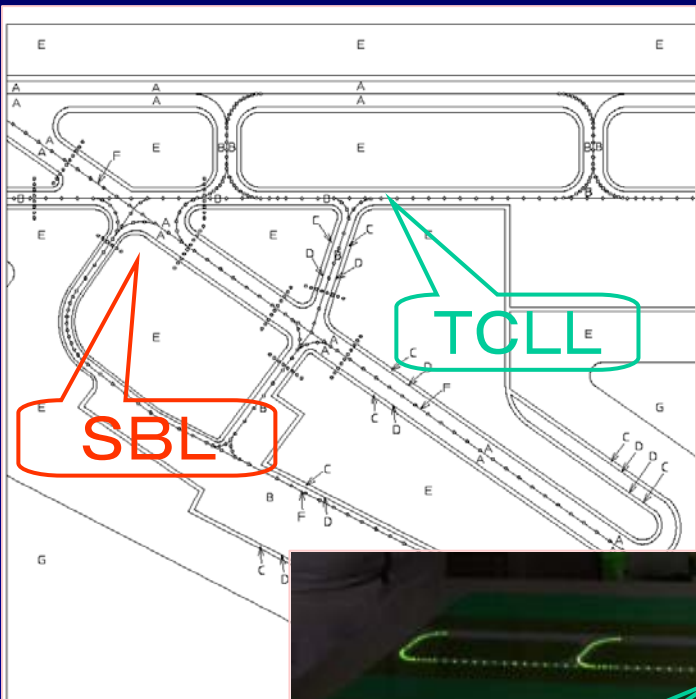
タッチパネル

◆仙台空港面の経路(エッジ)とその名称



走行可能な誘導路をエッジと定義

○ TCLL & SBL座標データ



○ 灯火制御 & モニタ表示装置、灯火模擬パネル



○ TCLL & SBL点灯表示例

誘導路中心線灯: *TCLL (Taxiway Center Line Light)*
停止線灯: *SBL (Stop Bar Light)*

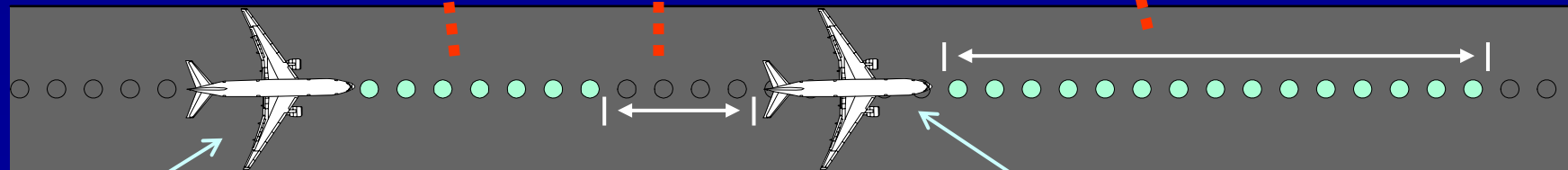
・夜間走行試験（縦列走行灯火制御）

・灯火制御モニタ表示画面（前方点灯と後方消灯例）



後方灯火消灯
範囲(100m)

前方灯火点灯
範囲(400m)

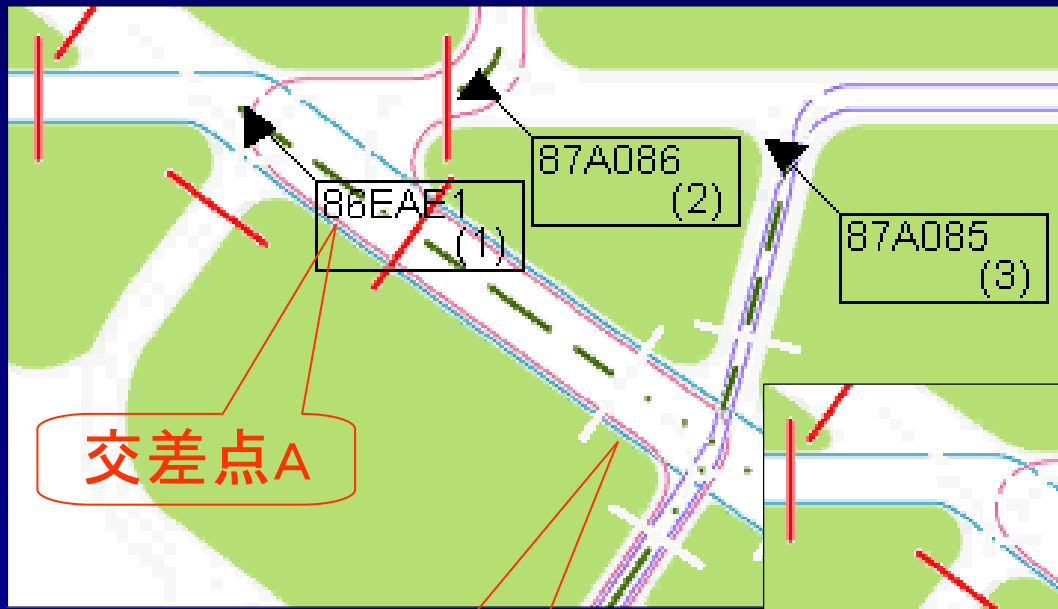


後続機

前方灯火点灯範囲(400m)

先行機

(1) 交差点Bへ“87A085”が先着



優先順位

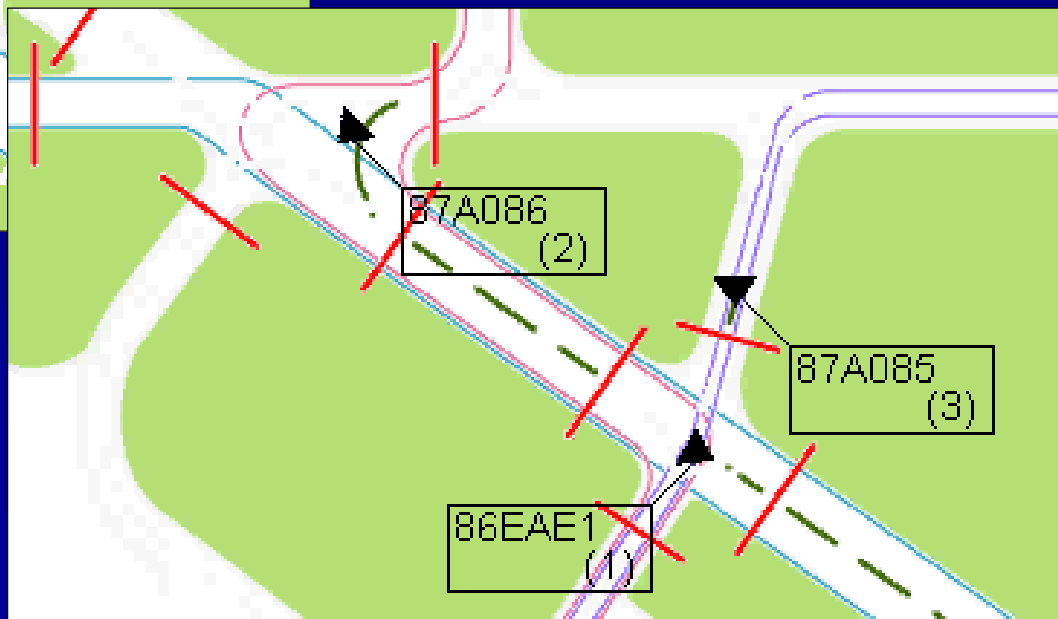
1: “86EAE1”

2: “87A086”

3: “87A085”

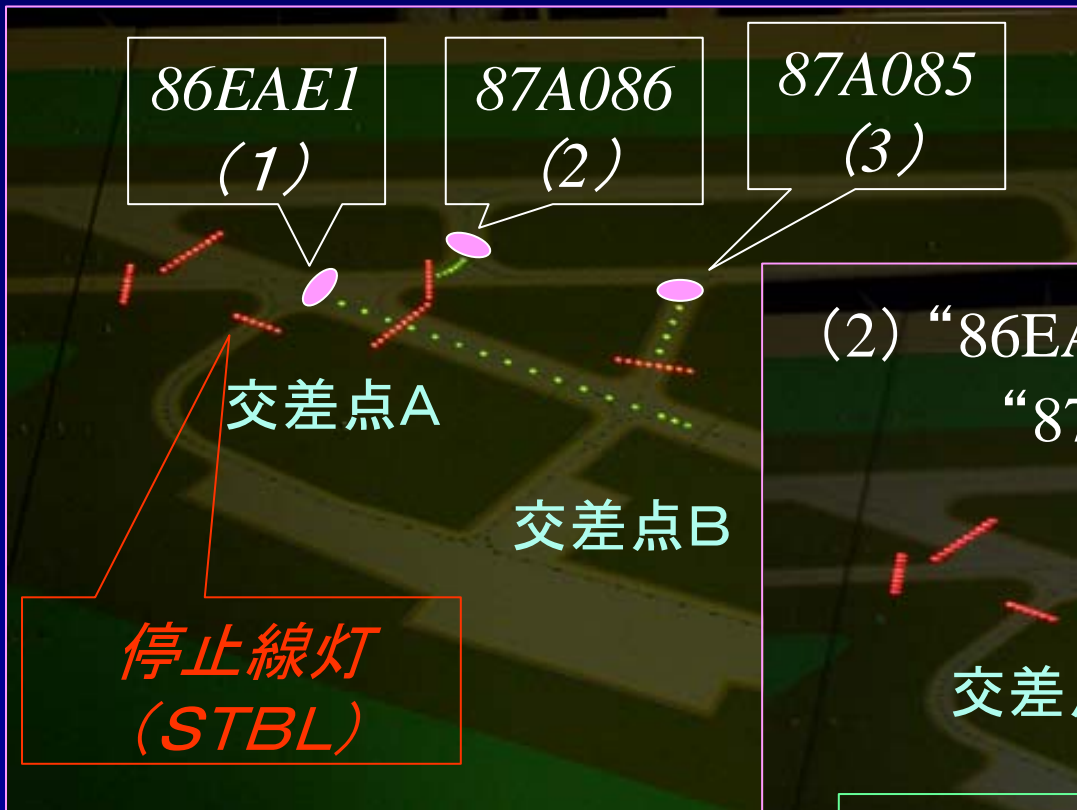
交差点A

交差点B



(2) “86EAE1”が交差点Bを優先通過

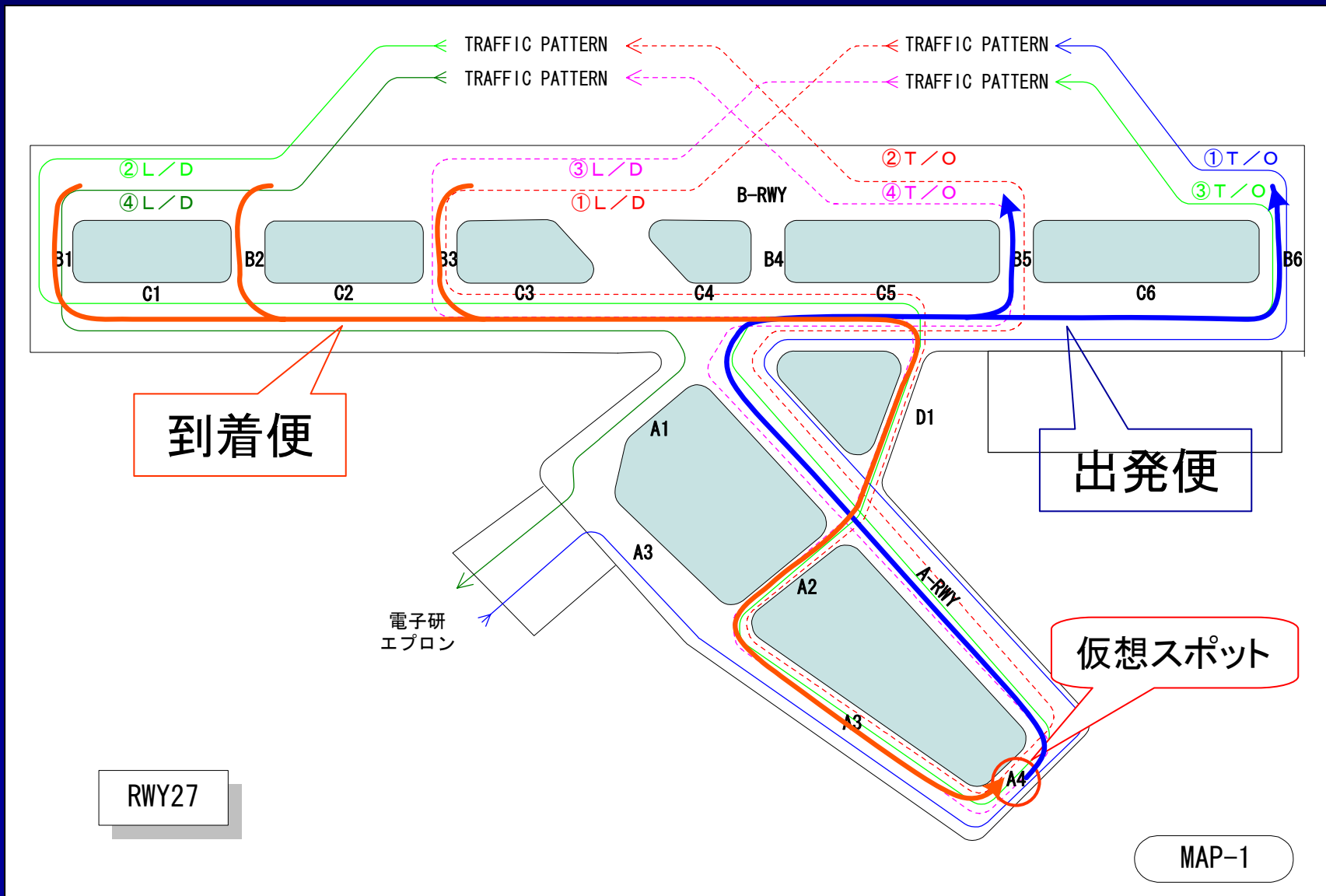
(1) “86EAE1”交差点A通過中 & 交差点B占有



(2) “86EAE1”交差点B占有 & “87A086”交差点A占有



○ 飛行試験用トラフィックパターン



(a) 対象航空機選択 & 標準経路表示画面

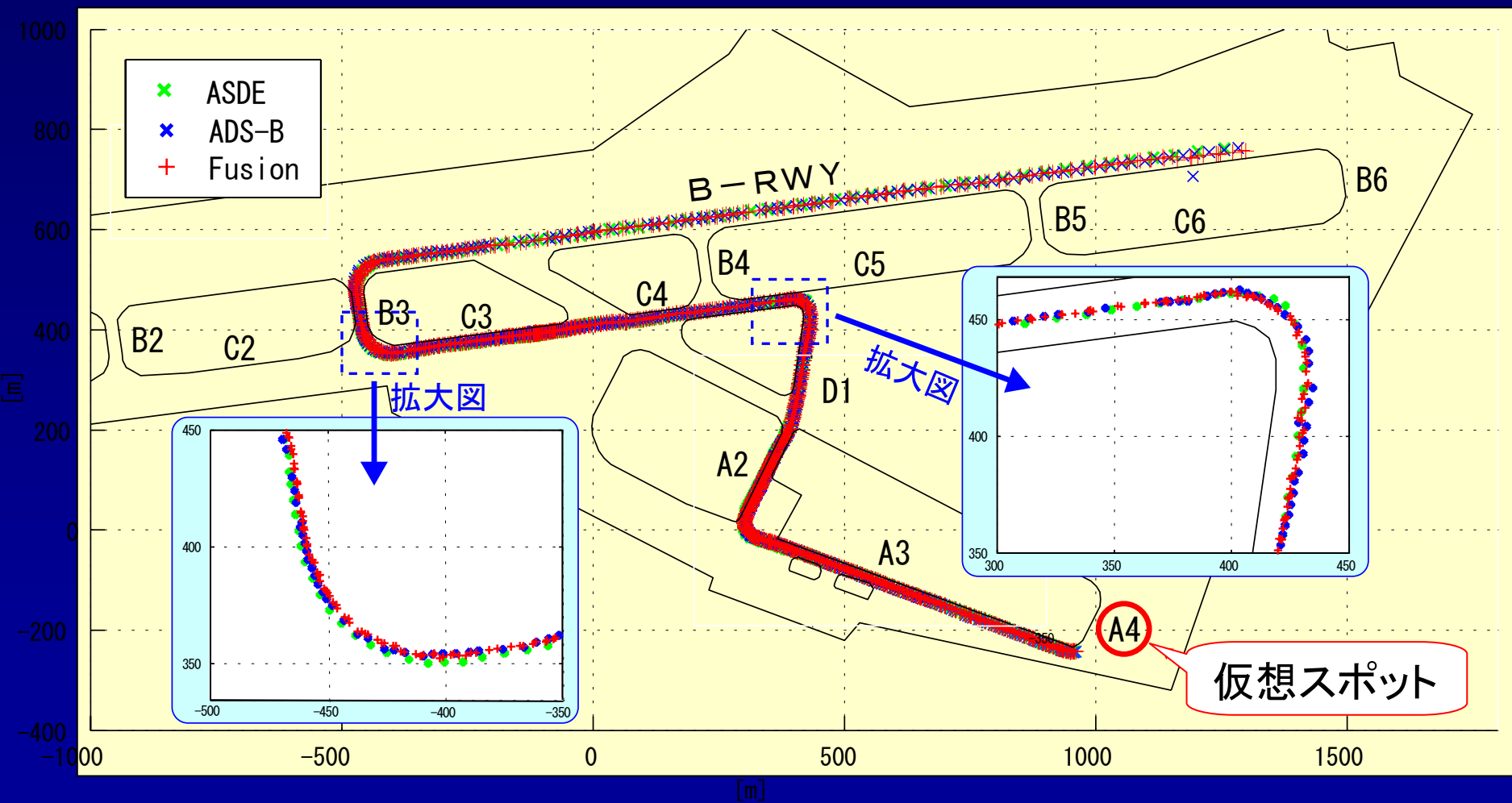
B1 B2 B3
グループ化



(b) 走行経路確定画面

確定経路表示





ENRI 4. 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実施。
- ・「東京国際空港および成田国際空港におけるマルチラレーション導入評価」等で実用化への見通しを得ることができた。

◆ 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。
- ・標準的な走行パターンを経路データベースとして準備しておくことの有効性について確認。
- ・今後は管制官評価で指摘された意見等を踏まえて更なる改良を図る。

ENRI 4. まとめ

◆ 誘導機能:

- ・複数機に対する灯火誘導に関して、先着順アルゴリズムと個別優先アルゴリズムに対する動作検証に主眼を置いて実施。
- ・何れの場合も交差点に対して複数の接近機がある場合のTCLLとSBLの制御等、所定の手順に沿って正常に動作することを確認。
- ・灯火制御装置としての基本的な機能について開発できた。

◆ 管制機能:

- ・滑走路誤進入・コンフリクトを検出するアルゴリズムについて、機能実現に向けた検出用ソフトウェアを試作。
- ・動作の判定基準となるパラメータの設定について、空港面監視ログデータ等を使って検証中。
- ・今後は誘導路上のコンフリクト検出についても検討を進める。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、ご支援ご協力を頂いた国土交通省航空局、仙台空港事務所、東京空港事務所、成田空港事務所、当研究所岩沼分室の関係各位に感謝します。