



成田国際空港マルチラレーション 監視システムの導入評価

電子航法研究所

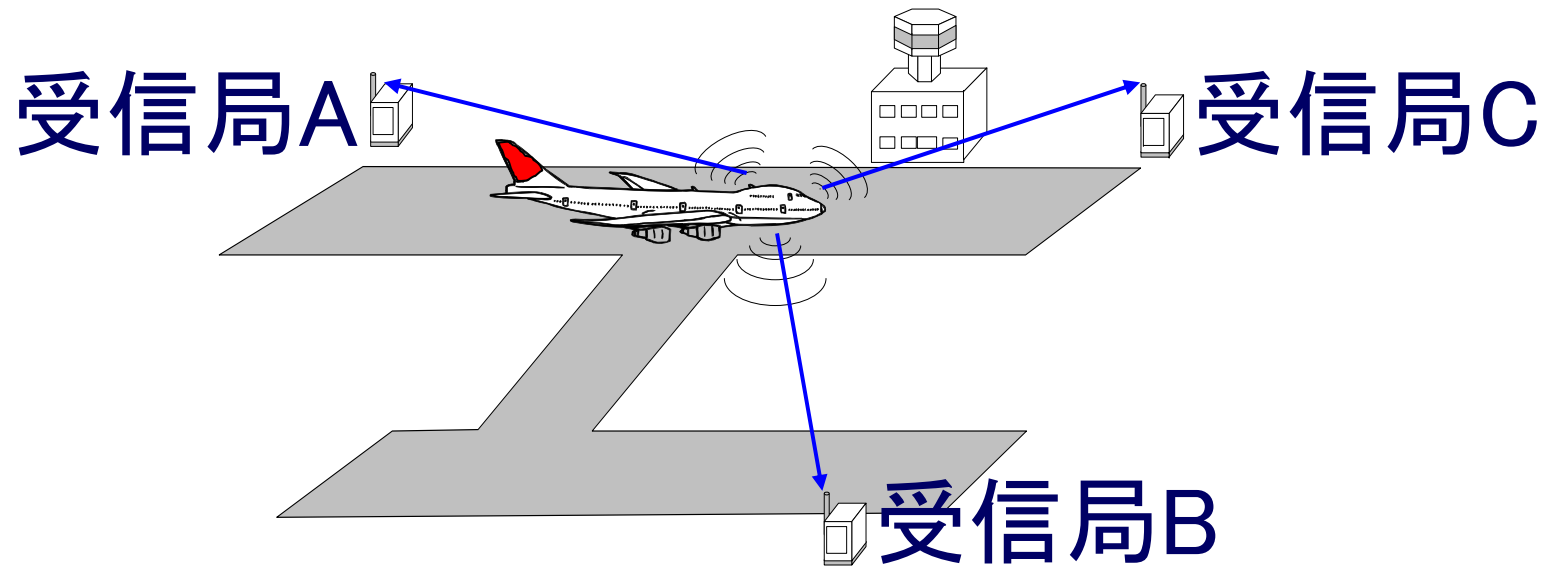


発表内容

- 評価の背景
- マルチラレーションの概要
- 評価結果
 - 評価方法
 - 確認された課題と改善策
 - 改善策を適用した試験結果
- まとめ

マルチラレーションとは??

航空機トランスポンダから送信される信号を複数の受信局で検出して、検出時間差から航空機の位置を測定する監視システム



評価の背景

- 滑走路の延伸や誘導路の新設
 - 交通量の増加、運用の複雑化
- 従来どおりに安全かつ円滑な運航
 - マルチラテレーションの導入
- 成田エプロン： 形状は非常に複雑
 - 特に十分な事前検証



評価の背景

- 滑走路・誘導路： 国土交通省東京航空局
- エプロン： 成田国際空港株式会社

評価の目的

- 評価試験： 所定の性能が得られるか
- 性能低下： 改善策を適用した再試験
- 評価結果： 最適なアンテナ配置を提案

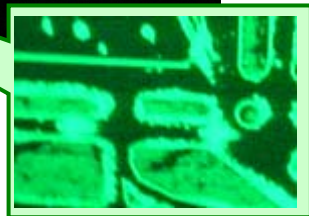
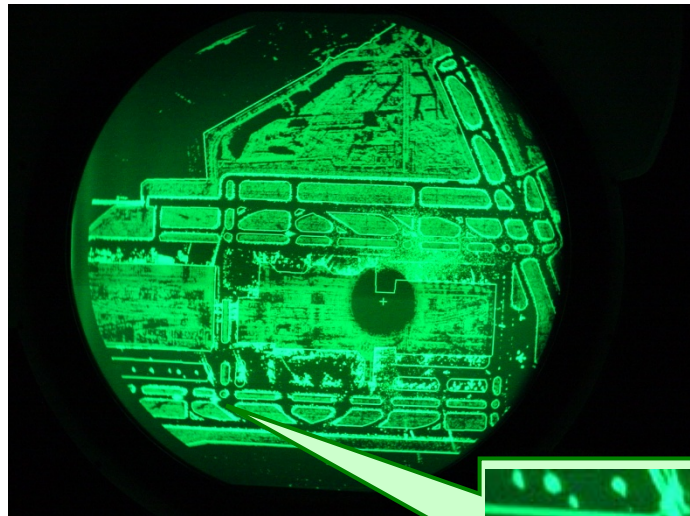


発表内容

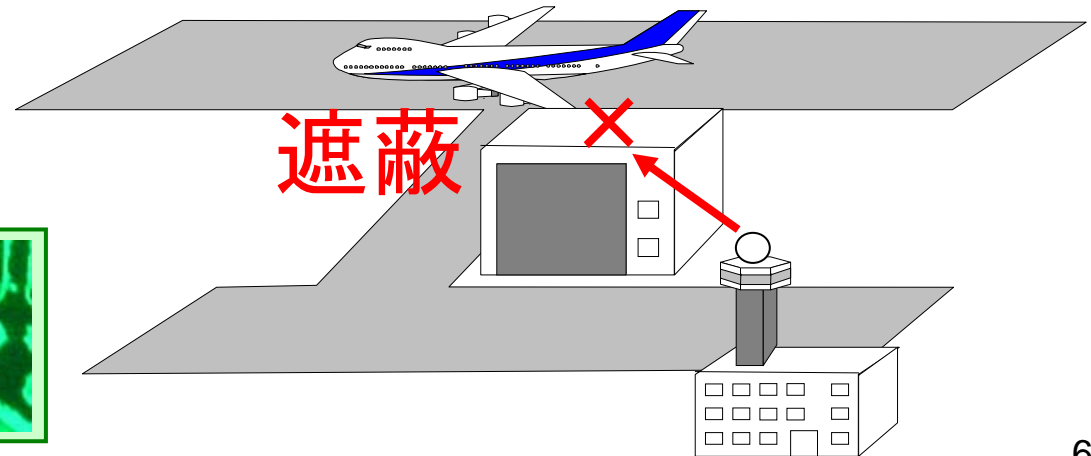
- 評価の背景
- マルチラレーションの概要
- 評価結果
 - 評価方法
 - 確認された課題と改善策
 - 改善策を適用した試験結果
- まとめ

空港面監視の課題

- 航空機便名を自動で表示できない
- 悪天候時に性能が劣化する
- 遮蔽による非検出領域が存在する

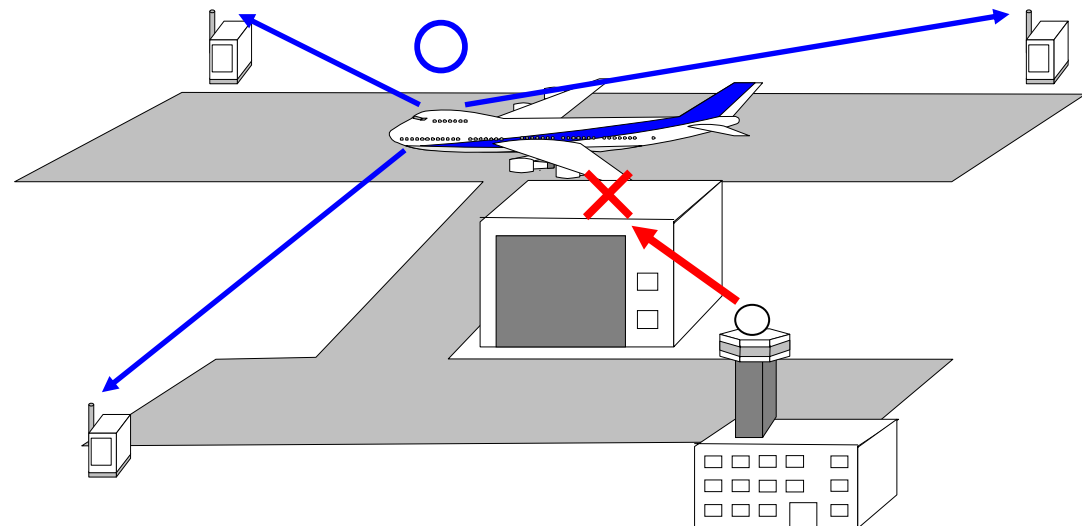
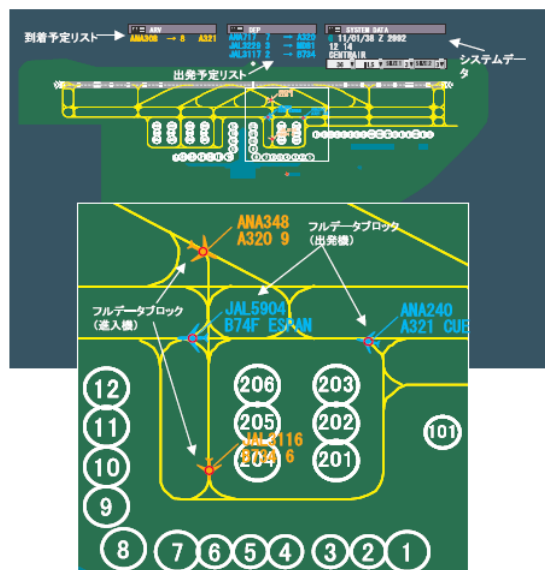


空港面探知レーダー



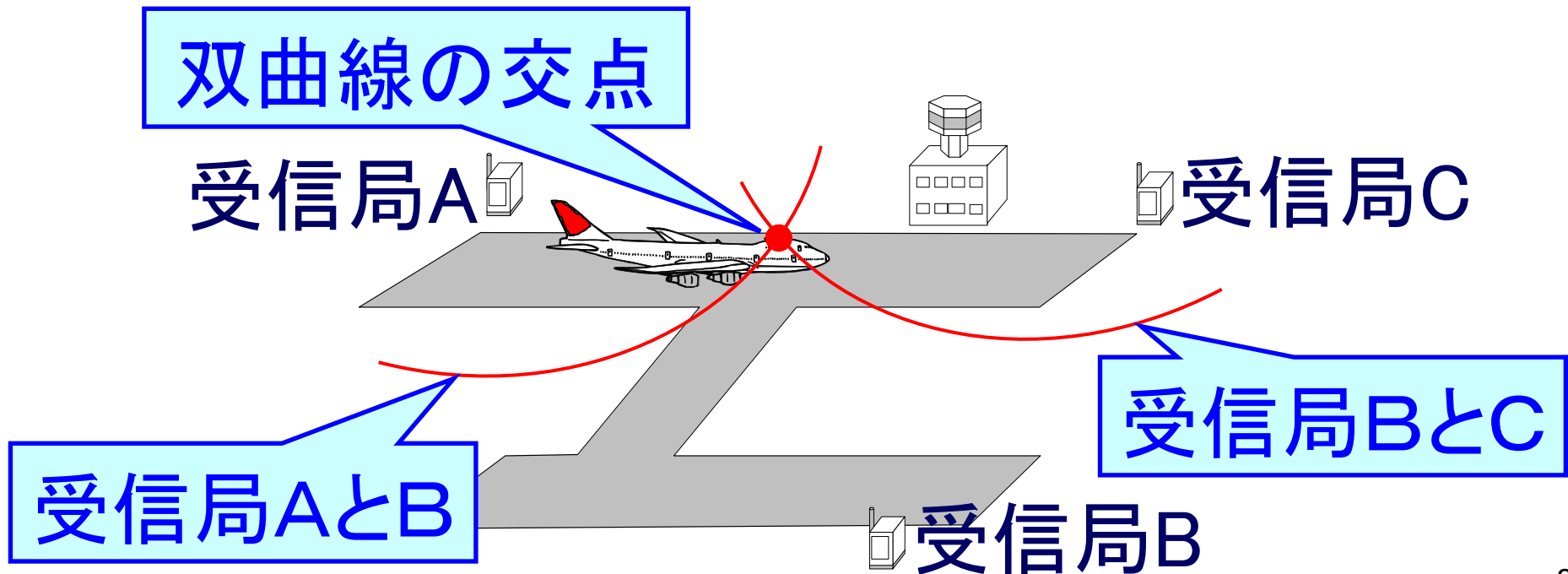
特徴

- 航空機便名を画面表示できる
- 悪天候時でも性能が劣化しない
- 非検出領域に対して監視できる
- ◎航空機側に追加装備を必要としない



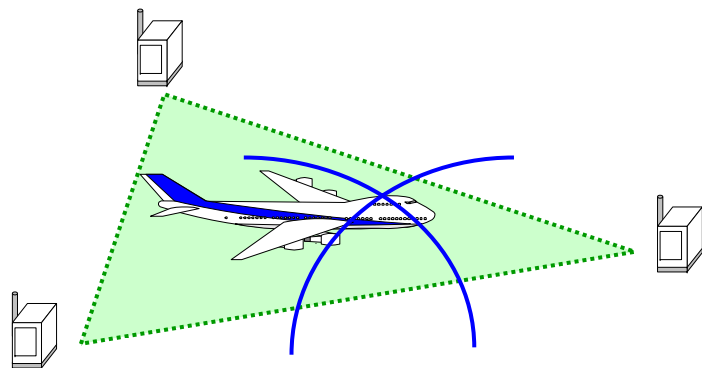
測位原理

- 2点からの距離差が等しい点の軌跡
→双曲線の定義を利用:($a - b = \text{一定}$)
- 信号検出時間差を距離差に変換

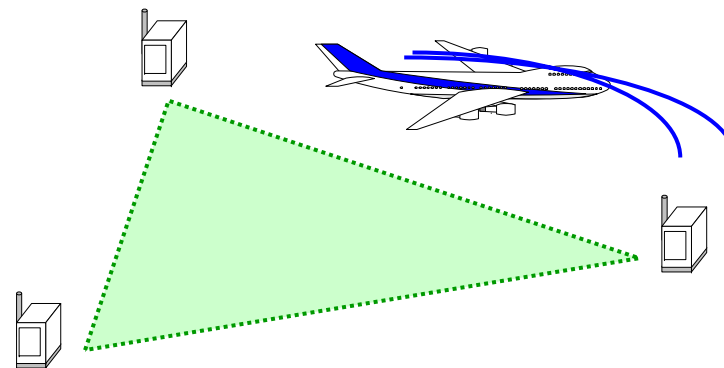


高い性能を得るには

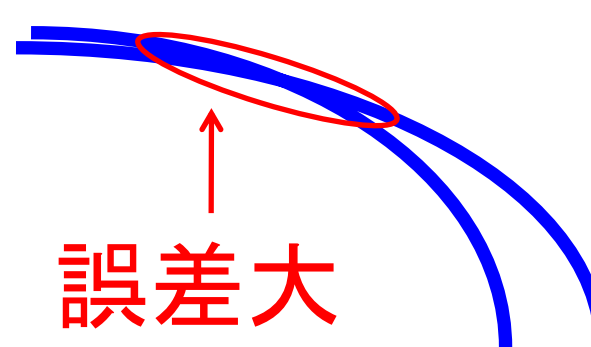
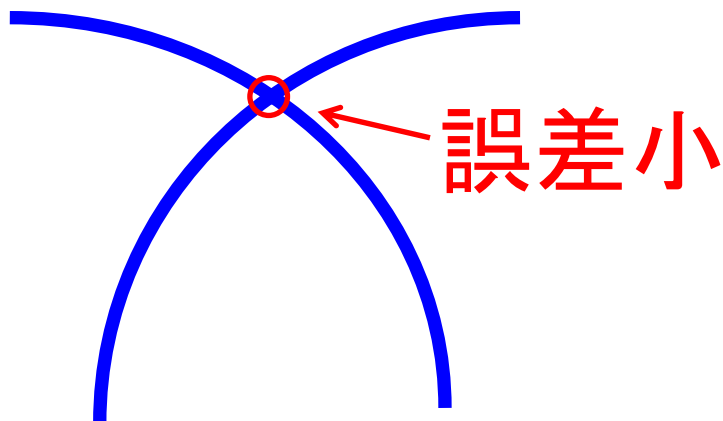
○航空機と受信局の位置関係が重要



良い関係

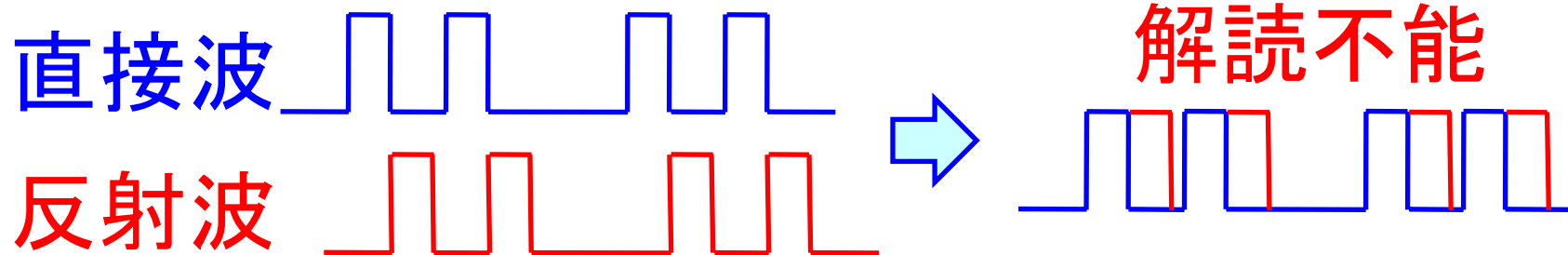
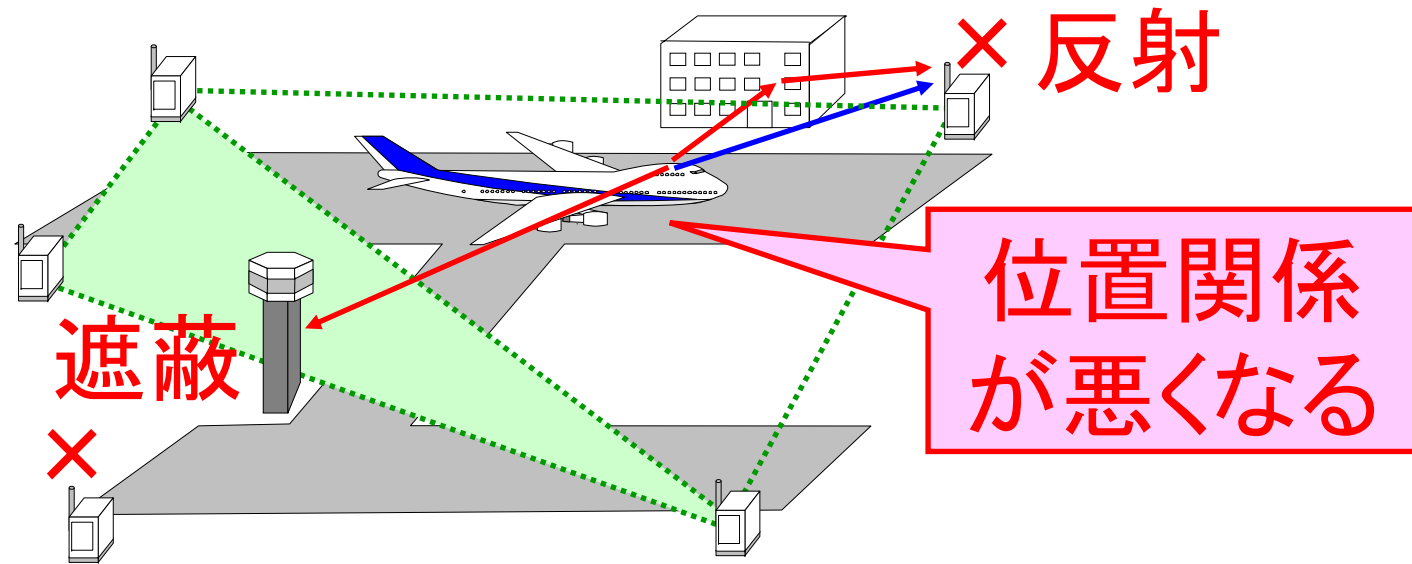


悪い関係



高い性能を得るには

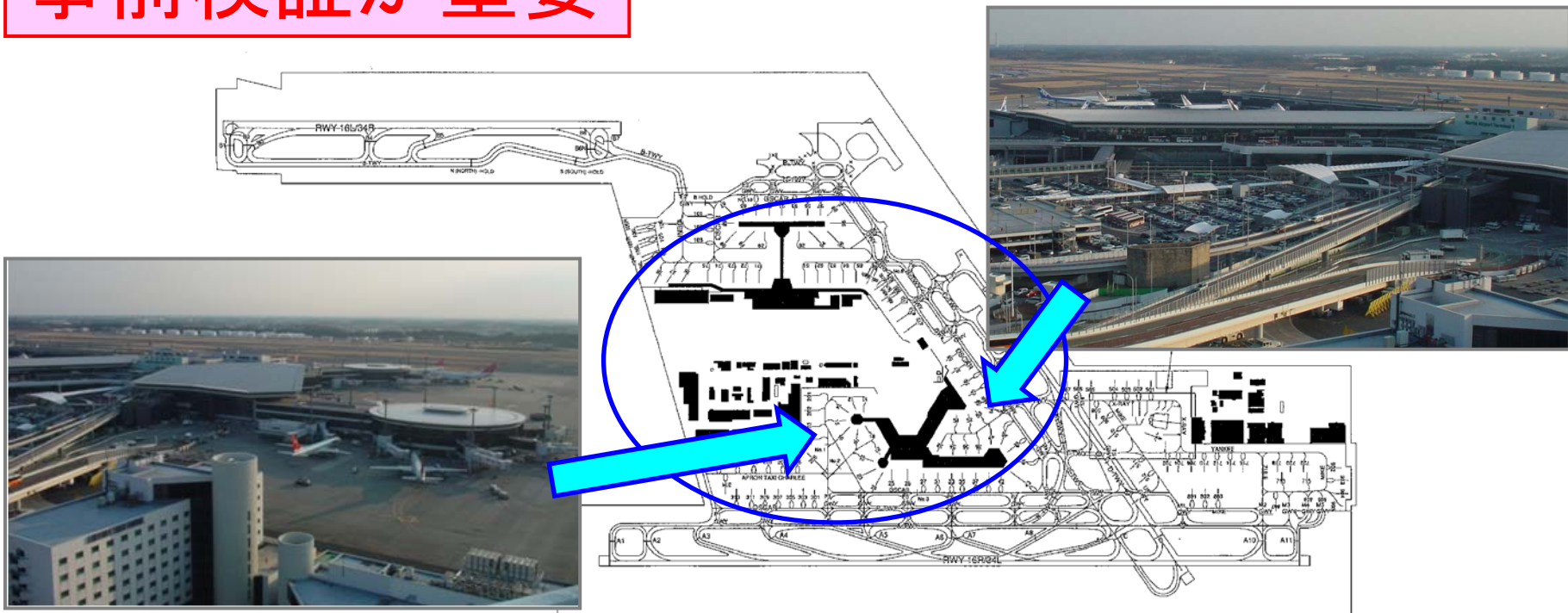
○信号の干渉を避けることが重要



成田国際空港

○高い建造物に囲まれた領域が多数存在
→多数の受信局と高所へのアンテナ設置

事前検証が重要



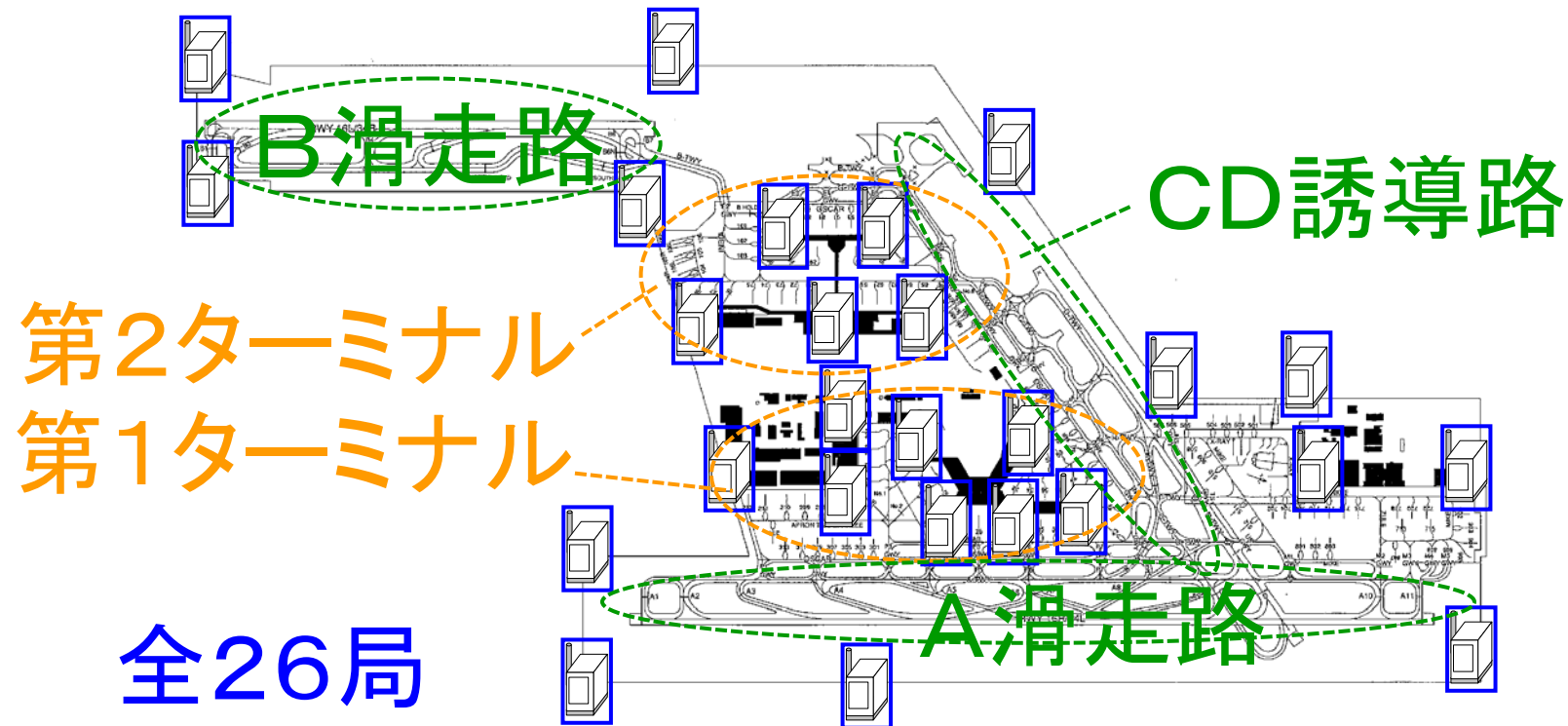


発表内容

- 評価の背景
- マルチラレーションの概要
- 評価結果
 - 評価方法
 - 確認された課題と改善策
 - 改善策を適用した試験結果
- まとめ

評価方法

○全エリアを最低4局の受信局で囲む配置



エリア毎に性能を解析

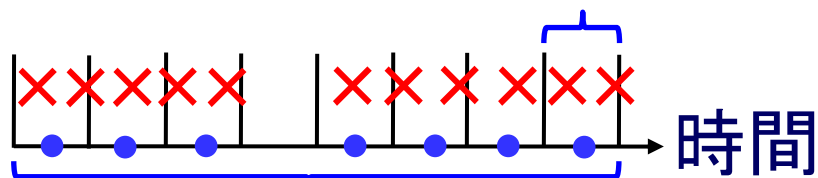
評価方法

○性能要件は欧州が制定した要求値を参照

	検出率	位置精度
滑走路・誘導路	99.9%以上(2秒間隔)	7.5m以下(95%)
スポット	99.9%以上(5秒間隔)	20m以下(95%)

(検出率)

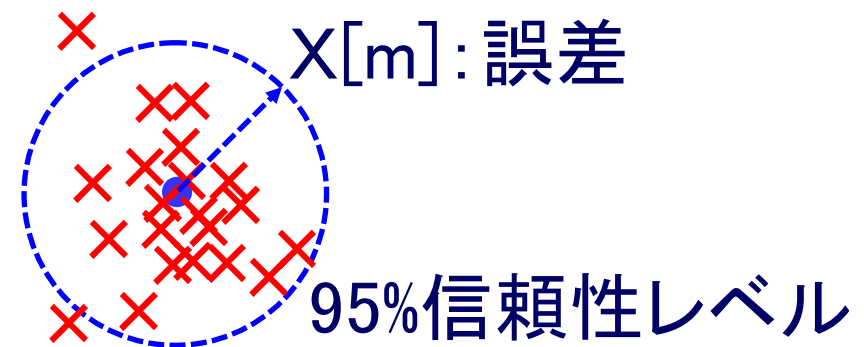
2秒or5秒間隔



全間隔数

× 信号 ● 「検出」

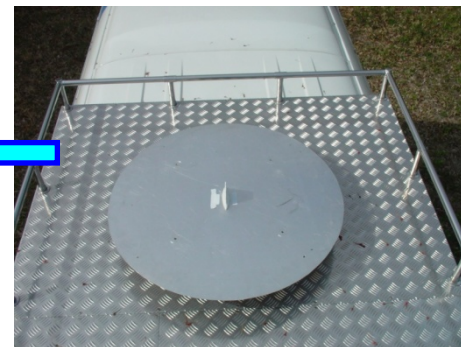
(位置精度)



● 真位置 × 測定値

評価方法

- 実験用車両にトランスポンダを搭載
 - 広範囲なエリアのデータを効率的に取得
- 基準位置: キネマティックGPSも搭載
- 運用終了後の夜間に走行試験を実施



トランスポンダアンテナ

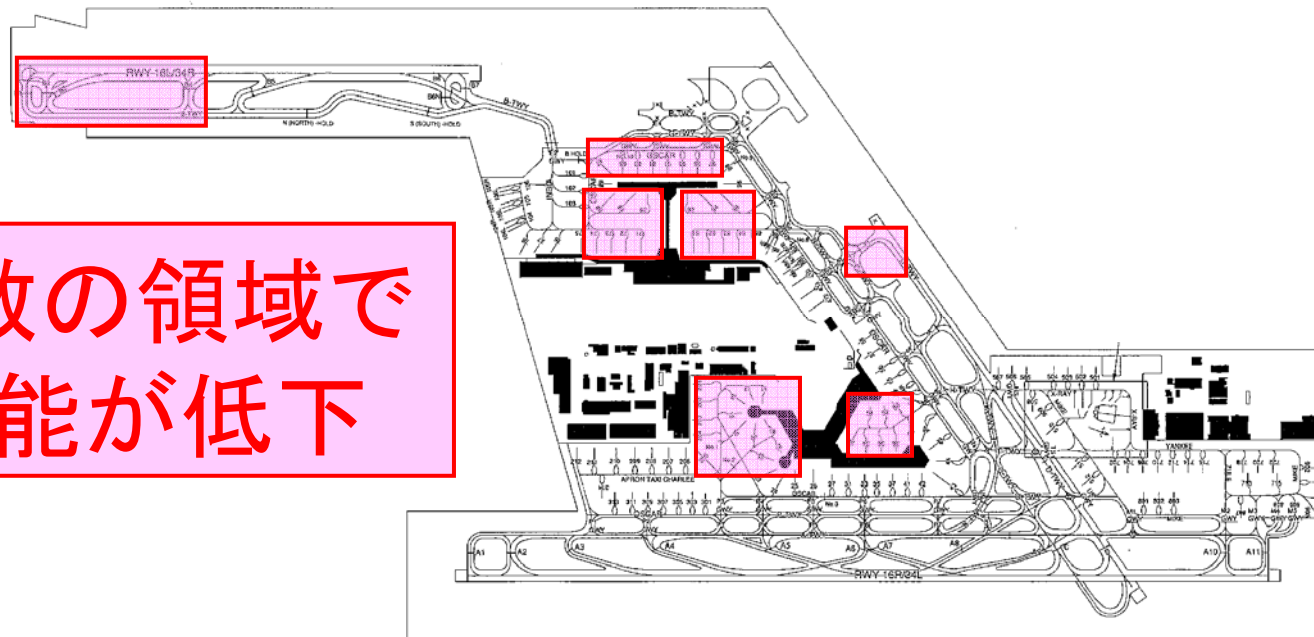
確認された課題

○検出すべき受信局で**検出されていない**

→**理想的でないアンテナ設置**

→**遮蔽・反射の要因となる建造物**

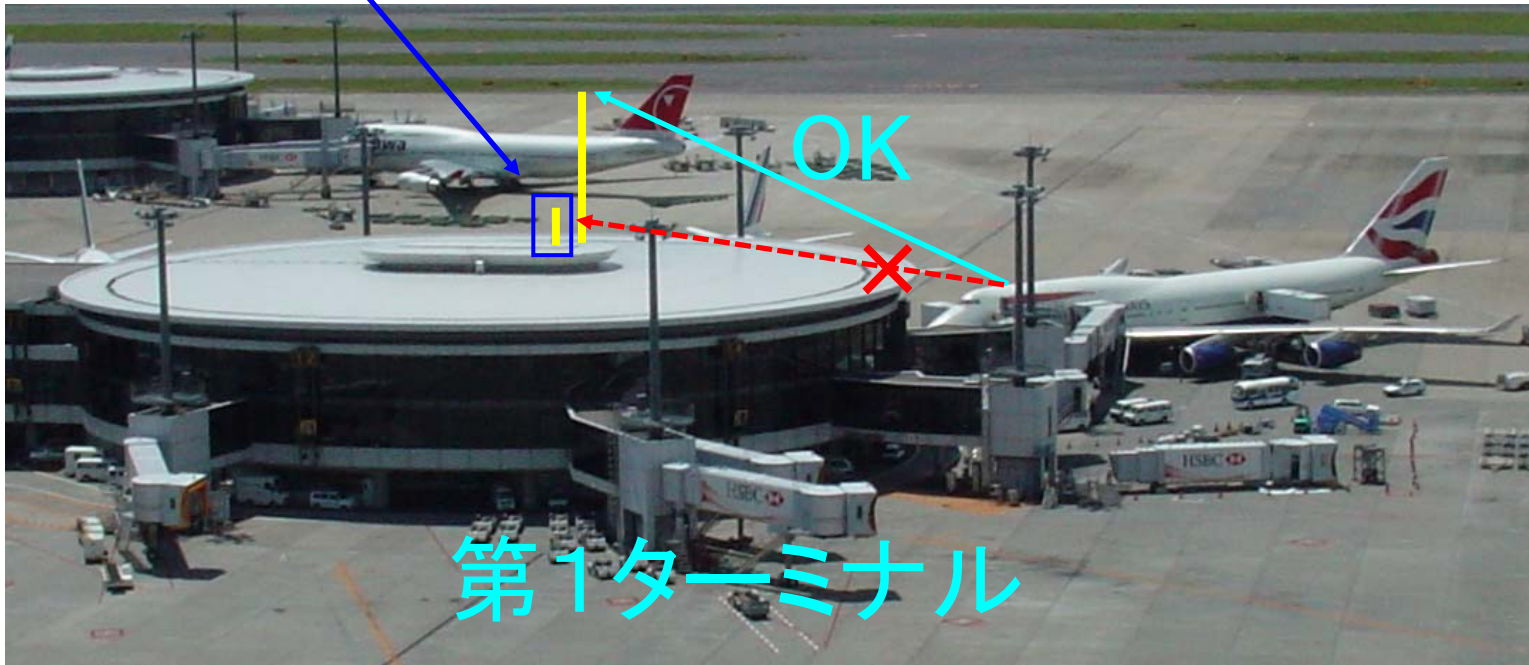
**多数の領域で
性能が低下**



理想的でないアンテナ設置



構造的に
高い設置不可



理想的でないアンテナ設置



遮蔽・反射の要因となる建造物



B滑走路

フェンス等が
広く存在する

確認された課題

構造的・費用的な理由から理想的な位置にアンテナを設置できない

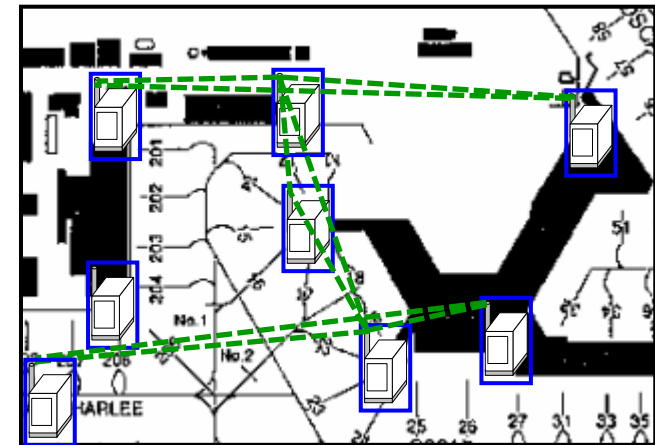
- 受信局数を増やして対処も可能
→ **組み合わせ数の増加**
(8局検出: $8C_3=56$ の解)

弊害も発生

- 処理装置負荷
- 悪い位置関係
- 機材設置費用

➔ **増大**

直線に並ぶ×



課題に対する改善策

空港全体の広い範囲に見通しが得られる
非常に高い建造物上部にアンテナを設置

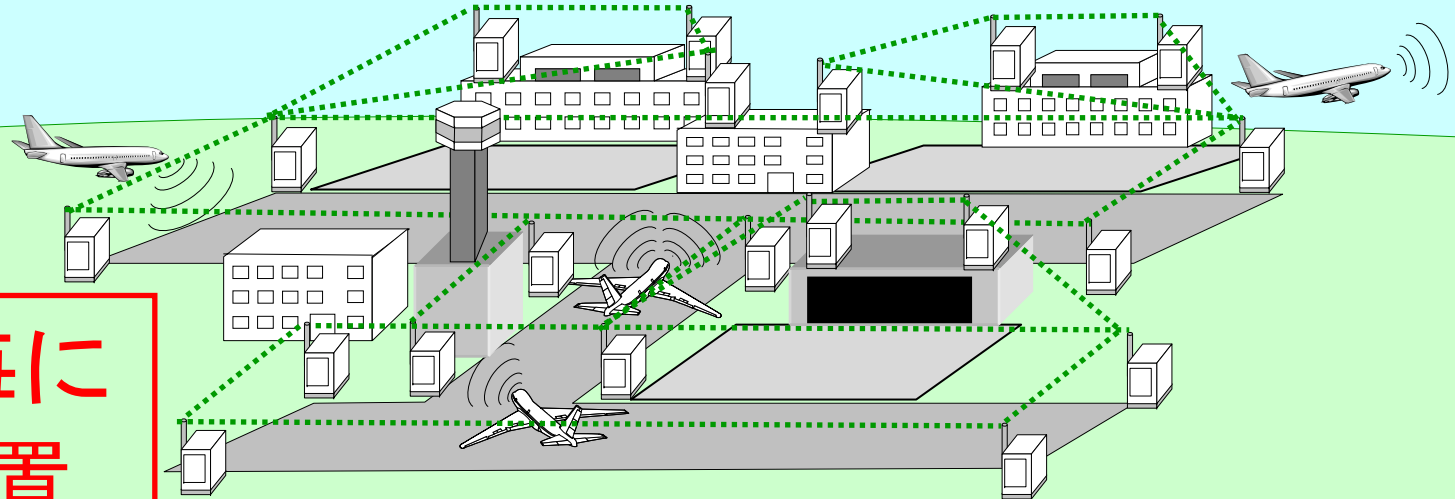
- 新たな鉄塔の整備が不要
- 受信局数が増加しない
- 信号干渉の影響が大幅に軽減
- より良好な位置関係が得られる

課題に対する改善策

従来策

20局

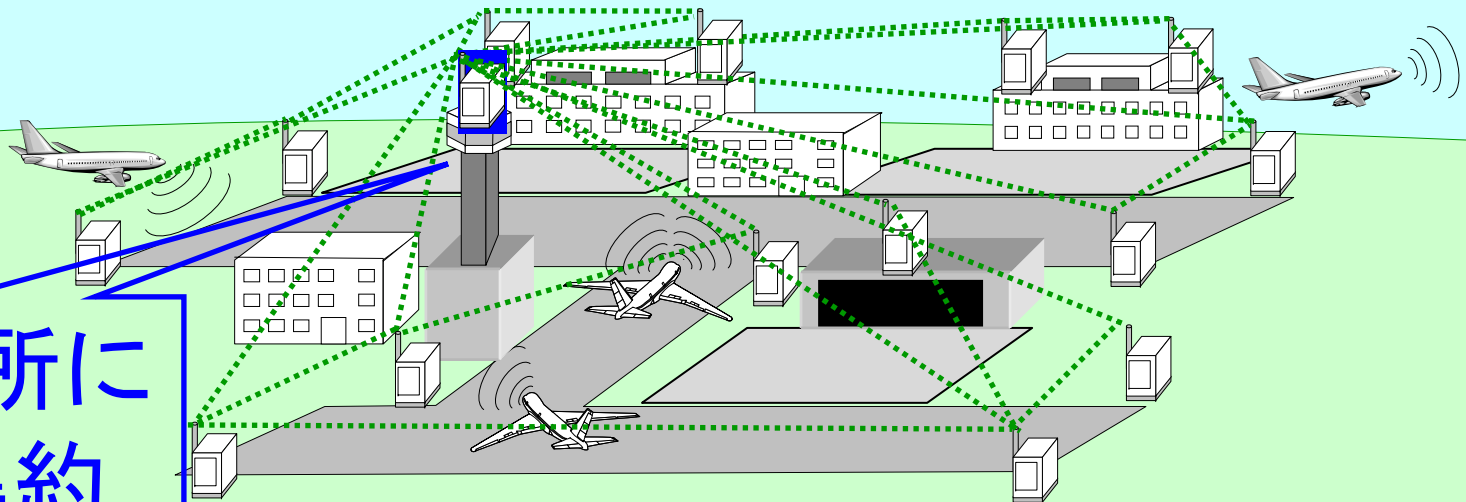
エリア毎に
4局設置



改善策

15局

中央高所に
局数集約





ランプコントロールタワーを選定

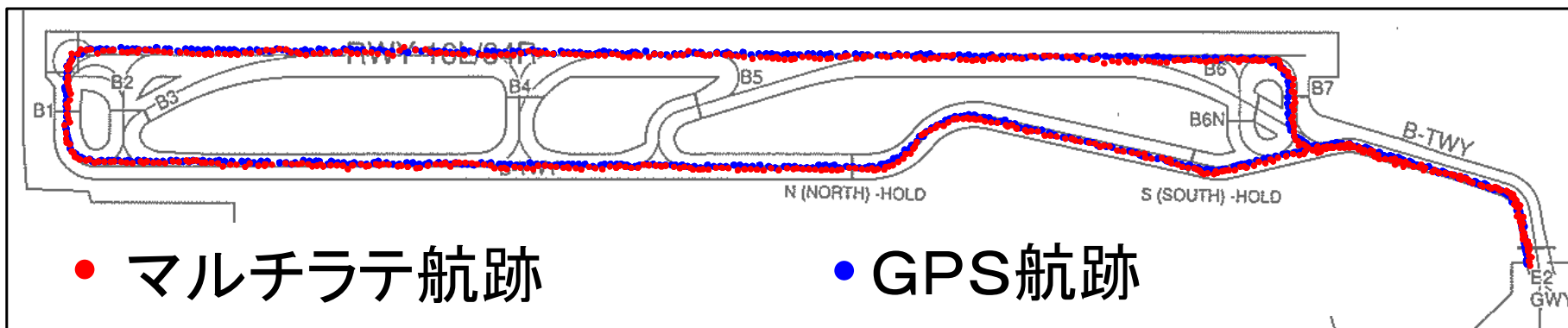


各エリアに対して見通し良好



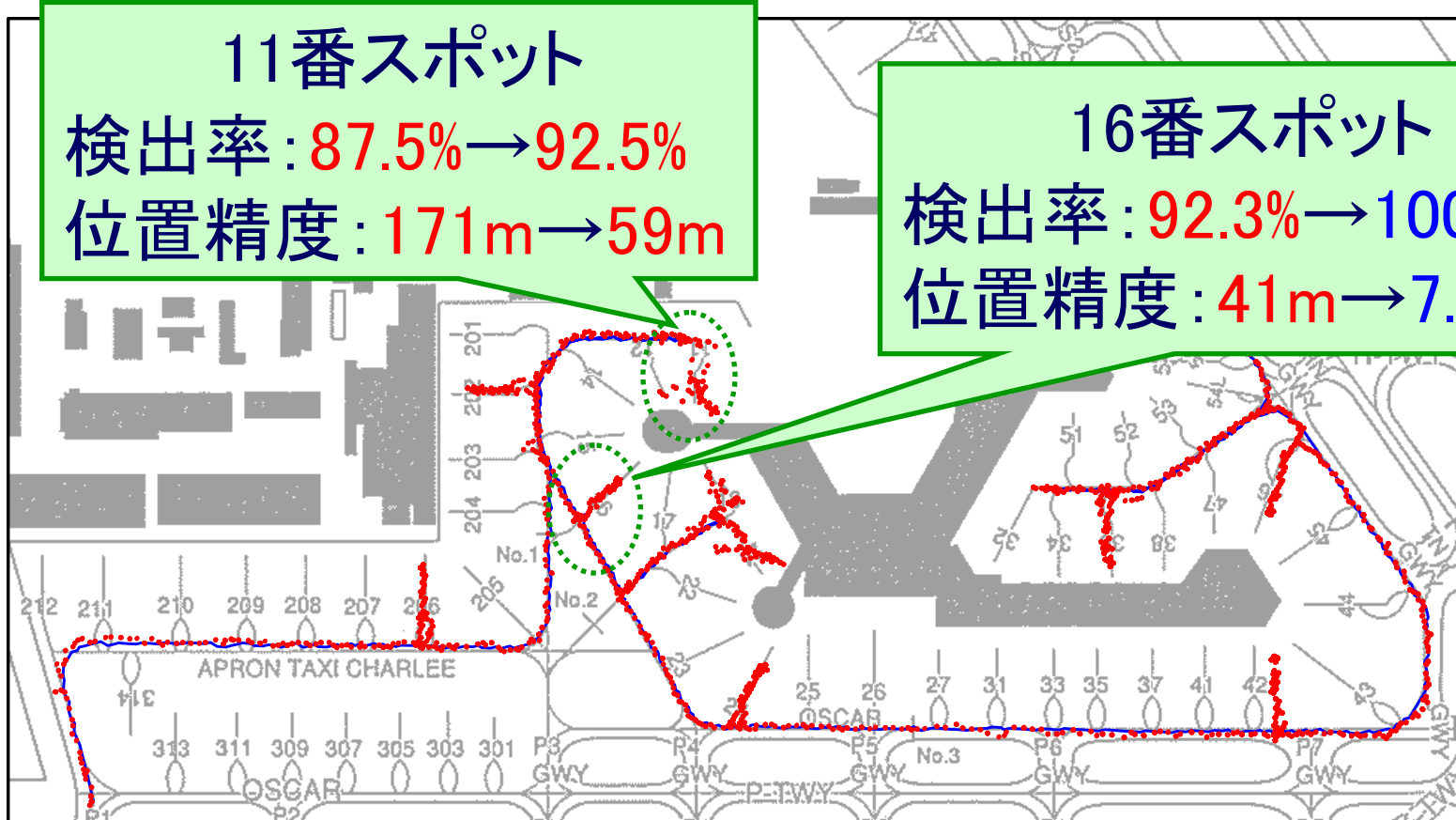
改善策を適用した試験結果 (B滑走路エリア)

	適用前	適用後	性能要件
検出率	98.9%	100%	99.9%
位置精度	8.5m	7.4m	7.5m



性能要件を満たすことを確認

改善策を適用した試験結果 (第1ターミナルエリア)



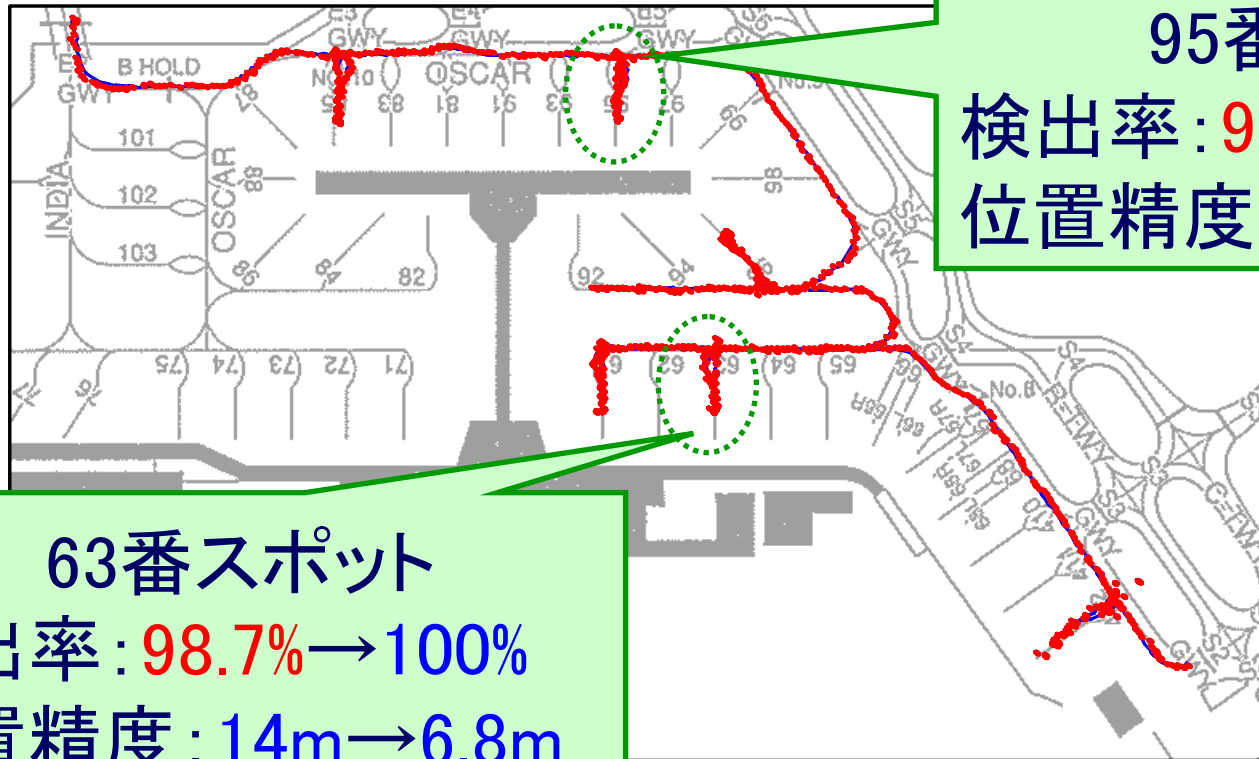
11番スポット
 検出率: 87.5% → 92.5%
 位置精度: 171m → 59m

16番スポット
 検出率: 92.3% → 100%
 位置精度: 41m → 7.2m

性能要件	検出率: 99.9%以上	位置精度: 20m以下
------	--------------	-------------

改善策を適用した試験結果

(第2ターミナルエリア)



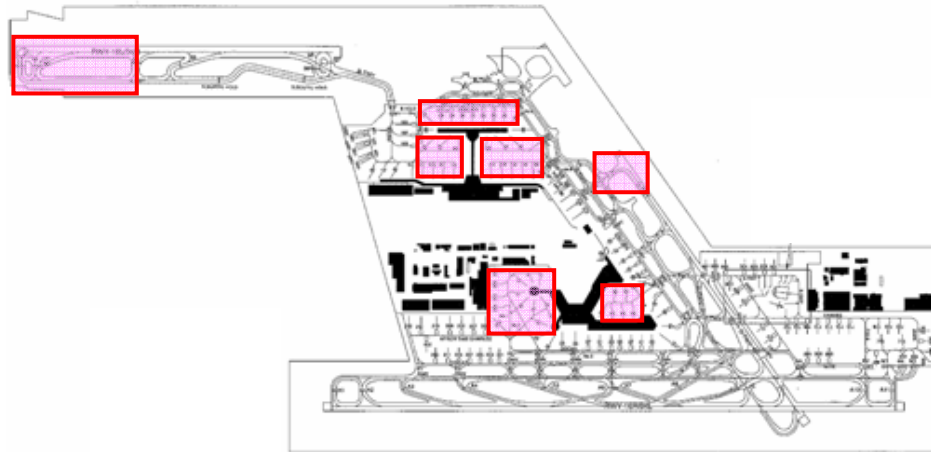
95番スポット
 検出率: 96.9% → 100%
 位置精度: 226m → 7.7m

63番スポット
 検出率: 98.7% → 100%
 位置精度: 14m → 6.8m

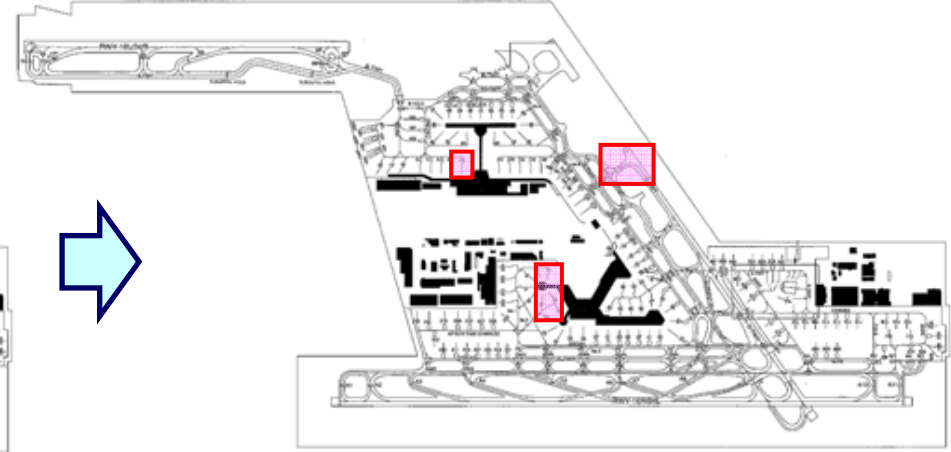
性能要件	検出率: 99.9%以上	位置精度: 20m以下
------	--------------	-------------

性能低下発生比較

適用前



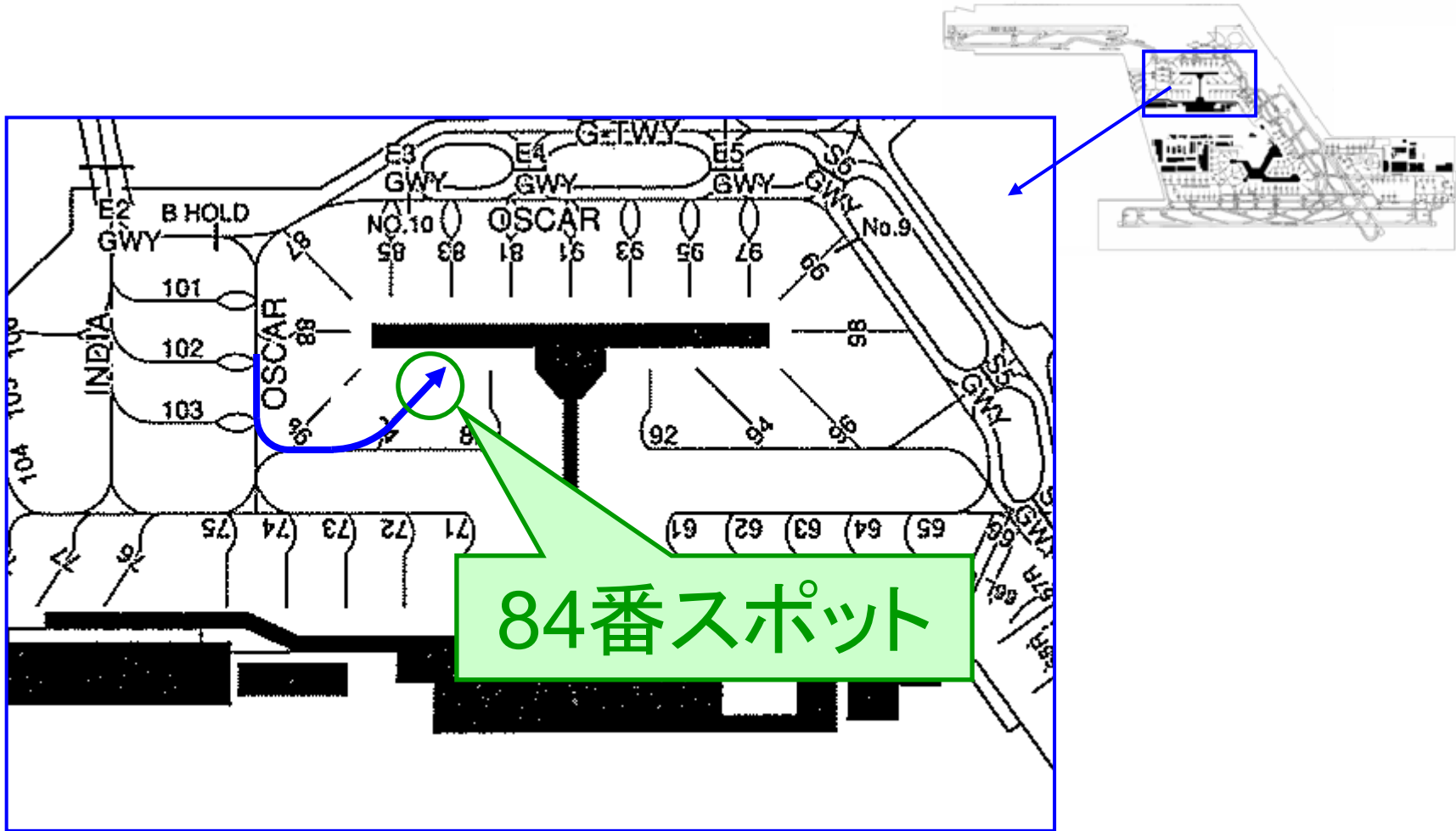
適用後



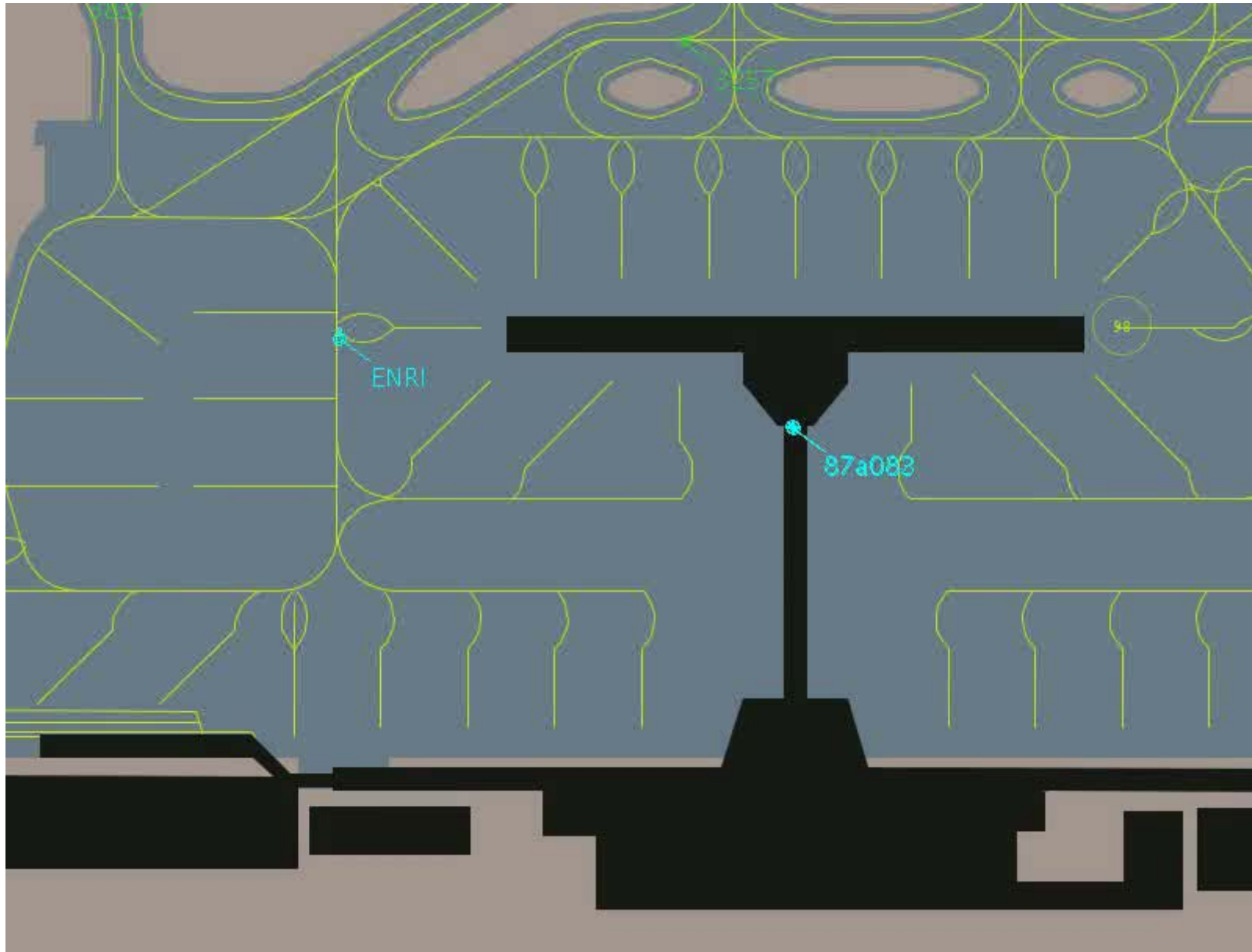
- 改善策適用→性能低下発生が大幅減少
- 適用後も発生→実システムにて性能向上

管制塔に受信局2局設置を提案

改善策適用前後で比較



適用後(84番スポット)



まとめ

- 一部の領域を除き性能要件を満たす
- 形状が複雑な場合の課題を把握
- 改善策の適用により性能向上を確認
- 実運用システムでは更に向上が期待
- 導入の見通しを得ることができた



実運用システム

○2010年1月に運用開始の計画

評価結果を反映

謝辞

○国土交通省東京航空局

○成田空港事務所

○成田国際空港株式会社

○各航空会社

ありがとうございました