

6. 空港面監視用マルチラレーションについて

国土交通省航空局 管制保安部
管制技術課 技術管理センター

通信・航法・監視領域

機上等技術領域

上田 栄輔

宮崎 裕己

角張 泰之

二瓶 子朗

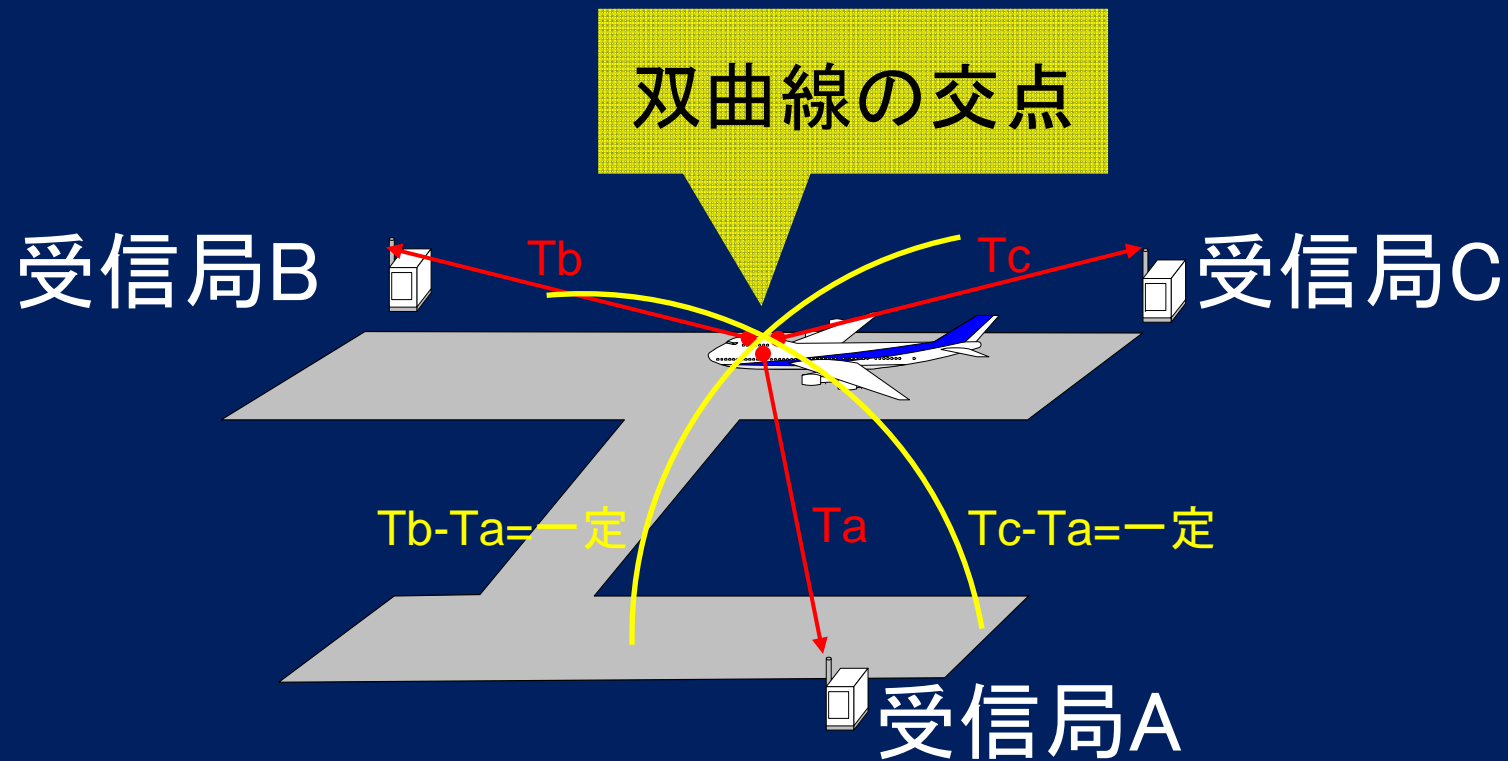
古賀 禎

発表内容

- マルチラテレーションの概要
- 評価試験
- まとめ

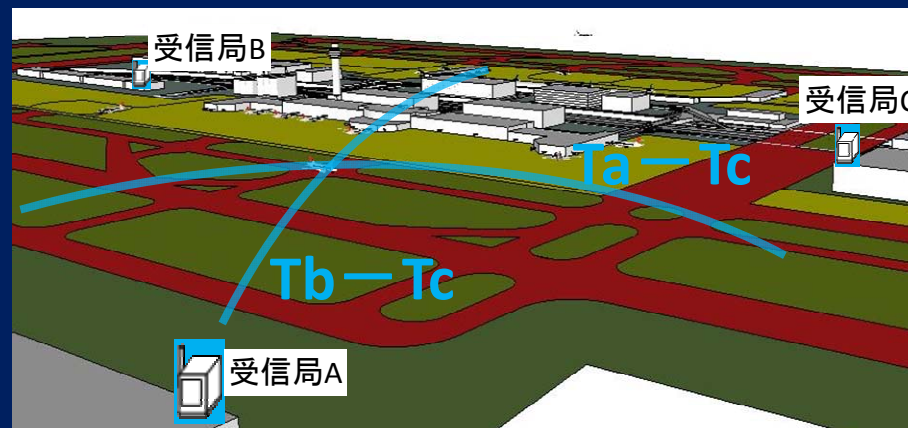
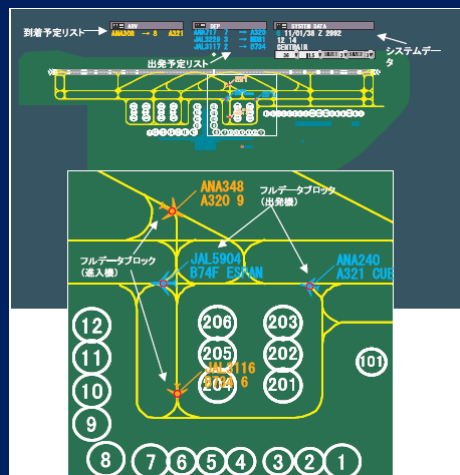
マルチラレーションの概要

2点間の距離差が等しい点の軌跡
⇒ **双曲線**の定義を利用した監視システム



マルチラレーションの特徴

- 航空機便名を画面表示できる
- 悪天候時でも性能が低下しない
- 空港内の全てのエリアを監視できる
- ◎ 航空機側に追加装備を必要としない



評価試験

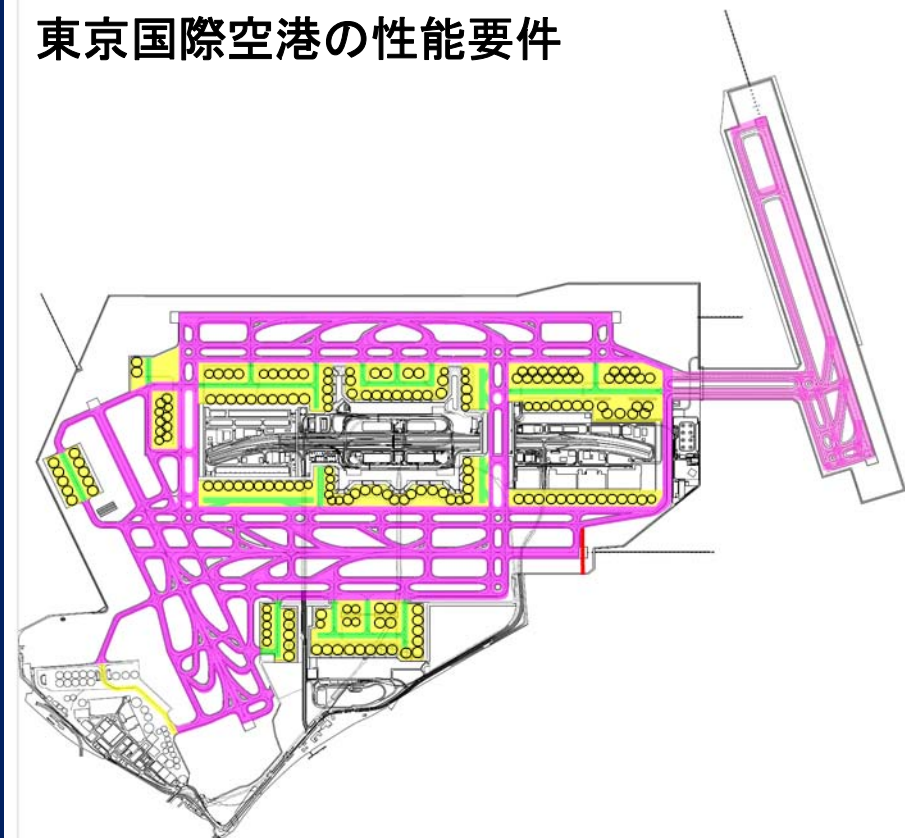
MLATの性能は欧州の基準を参考

滑走路・誘導路
位置精度：7.5m以下
検出率：99.9%以上（2秒）

エプロン誘導路
位置精度：12m以下
検出率：98%以上（2秒）

エプロンエリア
位置精度：20m以下
検出率：99.9%以上（5秒）

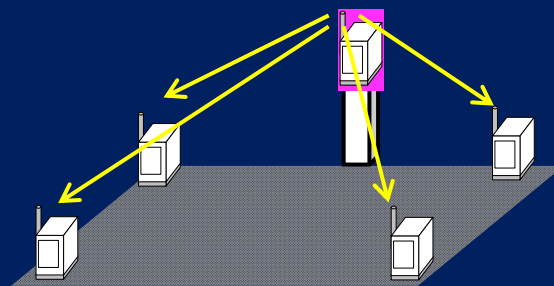
東京国際空港の性能要件



時刻同期

時刻同期は3方式が提案されている

- 共通クロック方式
- GPS方式
- トランスポンダー方式



トランスポンダ方式

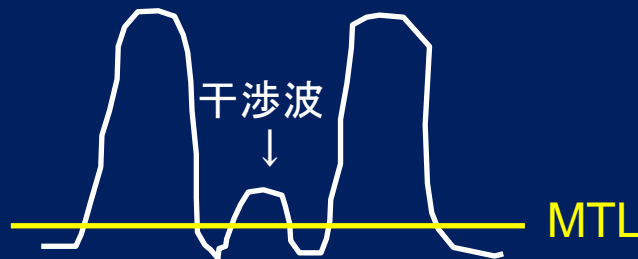
信号検出

信号を確実に検出することが重要

○ 干渉に強い信号検出

⇒ **DMTL** (Dynamic Minimum Trigger Level) の採用

・一般的な信号検出

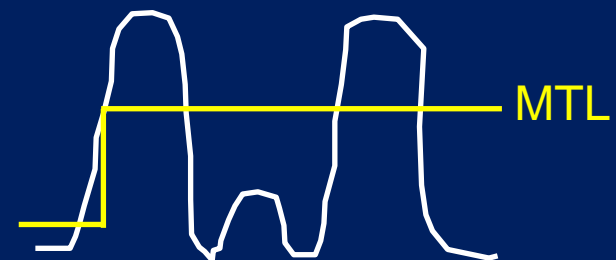


信号検出



誤検出

・DMTLによる信号検出

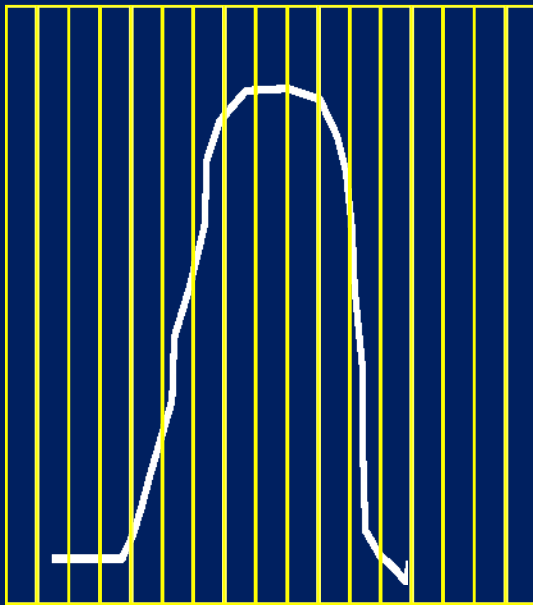


信号検出

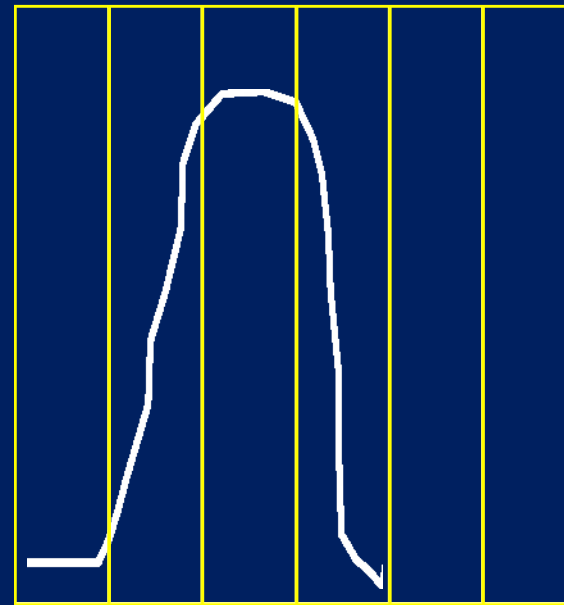


信号検出

信号分解能の高さが重要 ($0.01 \mu s = 3m$)



時間分解能: 高

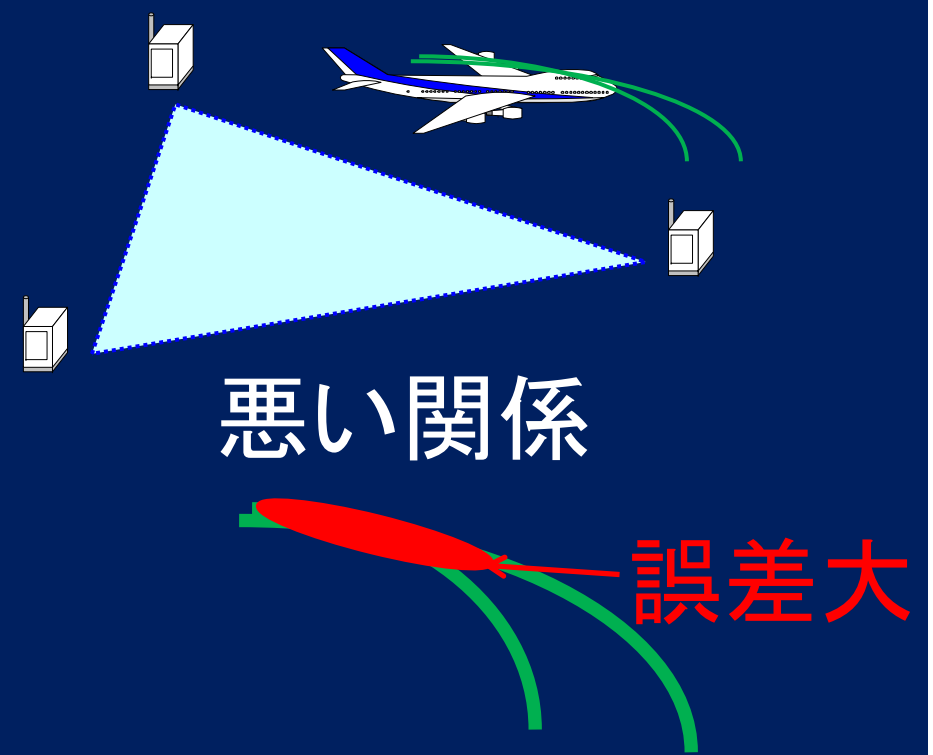
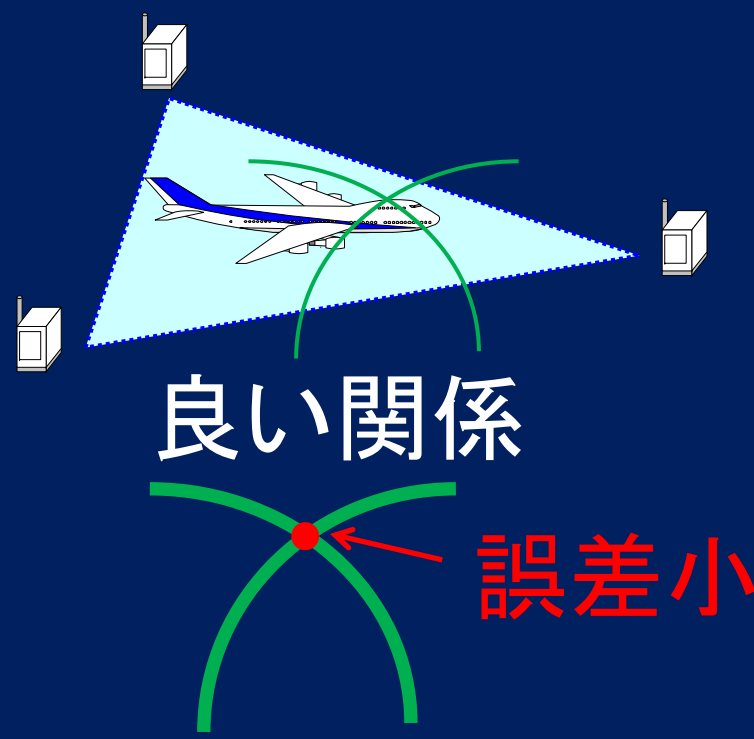


時間分解能: 低

航空機と受信局アンテナの位置関係

受信局アンテナで航空機を**広く囲む**

ことが重要→**DOP** (Dilution Of Precision) で表す



マルチラテレーションの性能

マルチラテレーション (MLAT) の性能は
3つのファクターに依存する

- 時刻同期
- 信号検出
- 航空機と受信局アンテナの位置関係

発表内容

- マルチラテレーションの概要
- 評価試験
- まとめ

評価方法

航空機又は車両にてMLAT性能を検証

- 基準位置はKGPS(キネマティックGPS)を利用
⇒MLAT位置とKGPS位置を比較
誤差の**95%**が基準値内

GPSアンテナ



トランスポンダアンテナ

飛行検査機

GPSアンテナ



トランスポンダアンテナ

実験用車両

導入評価を実施した空港

- 東京国際空港 (H17～)
- 成田国際空港 (H19～)
- 関西国際空港 (H21～)

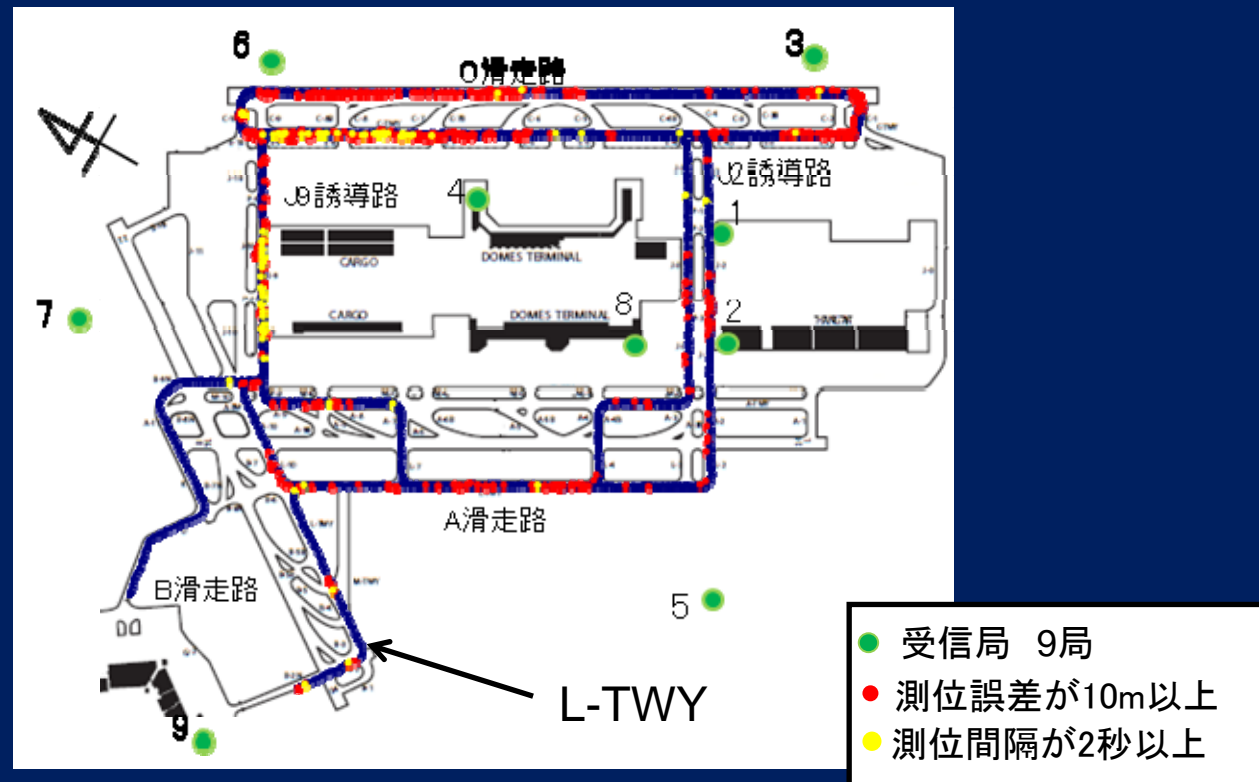
東京国際空港の導入評価

- 運用を前提にした**最初**の導入評価
- 評価対象は滑走路・誘導路



初期評価結果

L-TWYを除いて性能要件を満たしていない



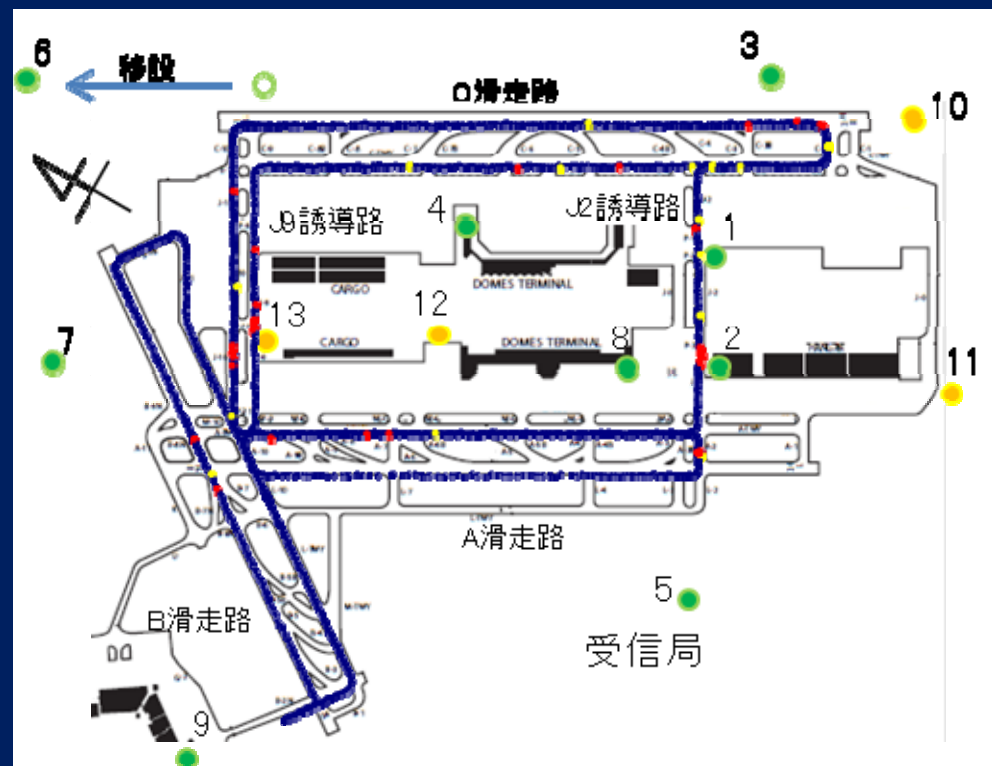
性能低下の原因

- 受信局数の不足
⇒ 受信局の増加
- 制限表面によるアンテナ高の不足



再評価結果

一部の誘導路を除いて性能要件を満たす



- 追加受信局 4局
- 受信局 9局
- 測位誤差が10m以上
- 測位間隔が2秒以上

羽田空港MLAT導入評価結果

- 問題点
制限表面などアンテナ高の規制
監視対象の**航空機が遮蔽や反射の原因**
- 解決策
既存の建造物や**進入灯を有効活用して**
アンテナを高く設置、広く配置する

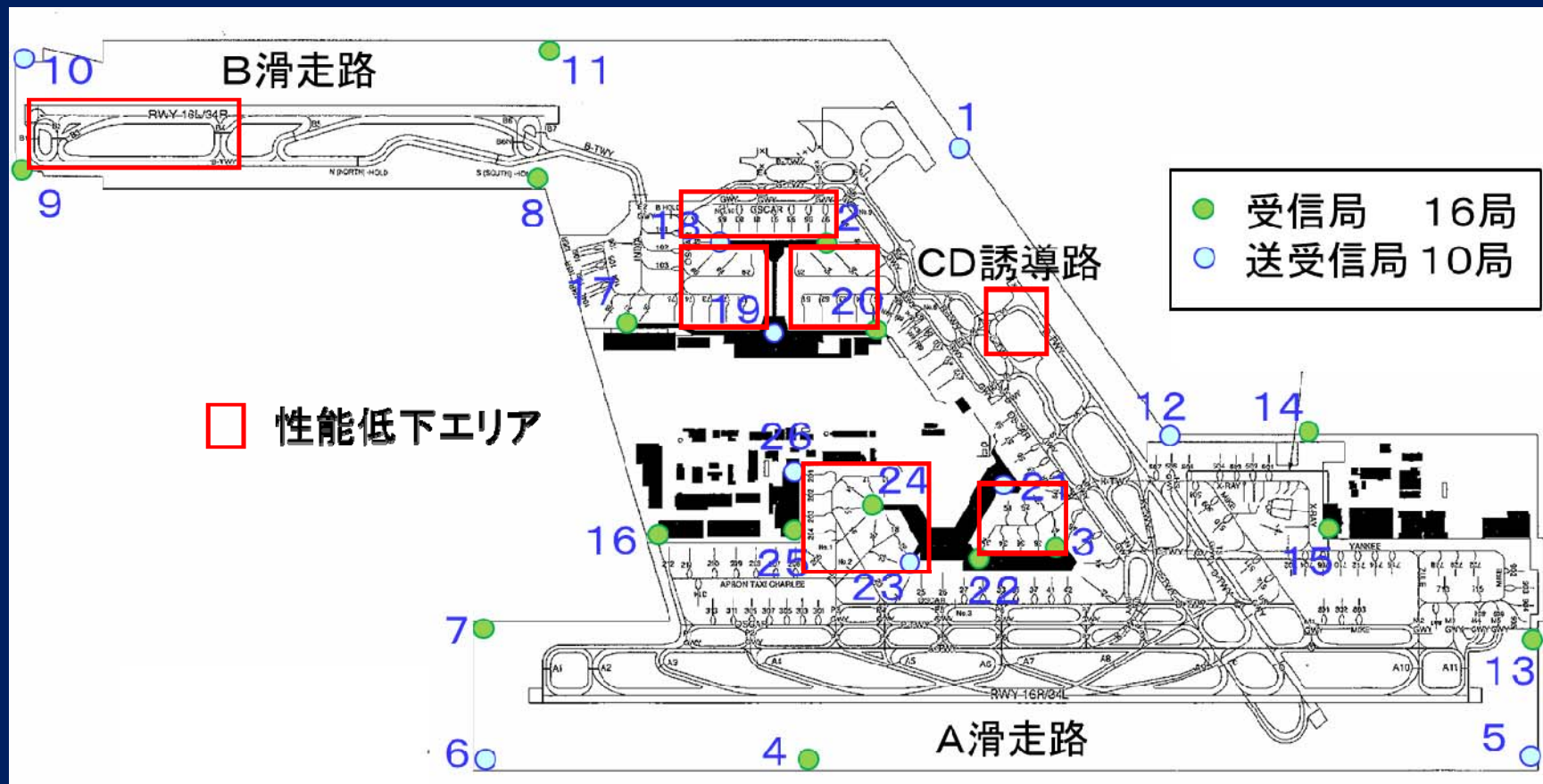
成田国際空港の導入評価

- 評価対象は**エプロン**含めた全エリア
- 全エリアを**4局以上**で囲む配置



初期評価結果

エプロン含め多数のエリアで性能低下



性能低下の原因

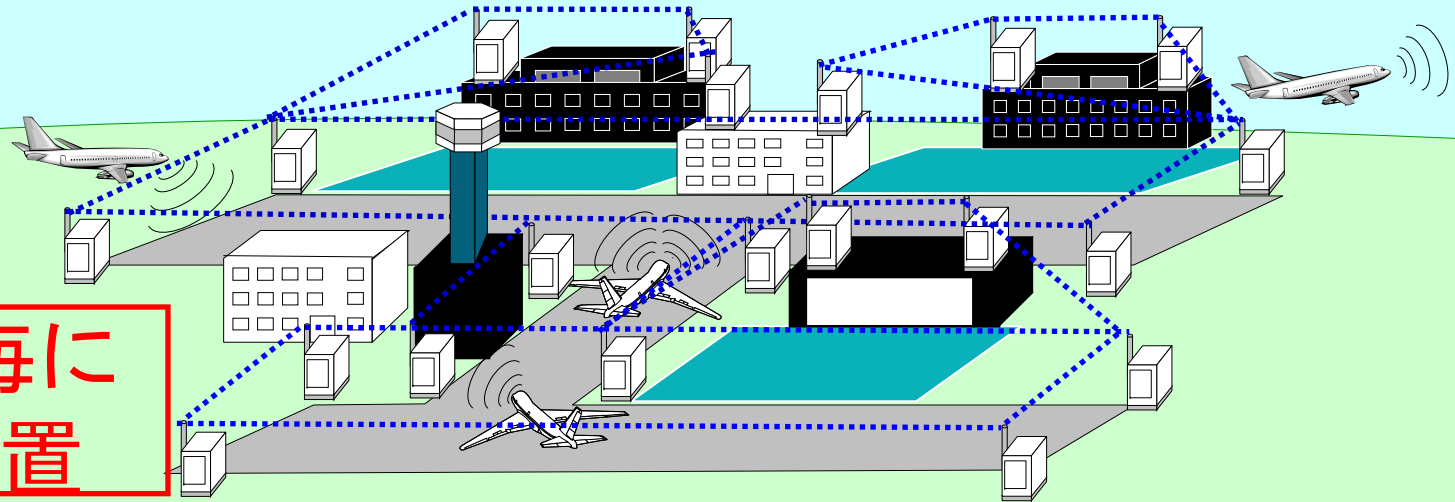
- 複雑で入り組んだ構造のスポット
 - ⇒ 遮蔽や反射などで受信できない
 - ⇒ 構造上アンテナを高く設置できない



適用した改善策

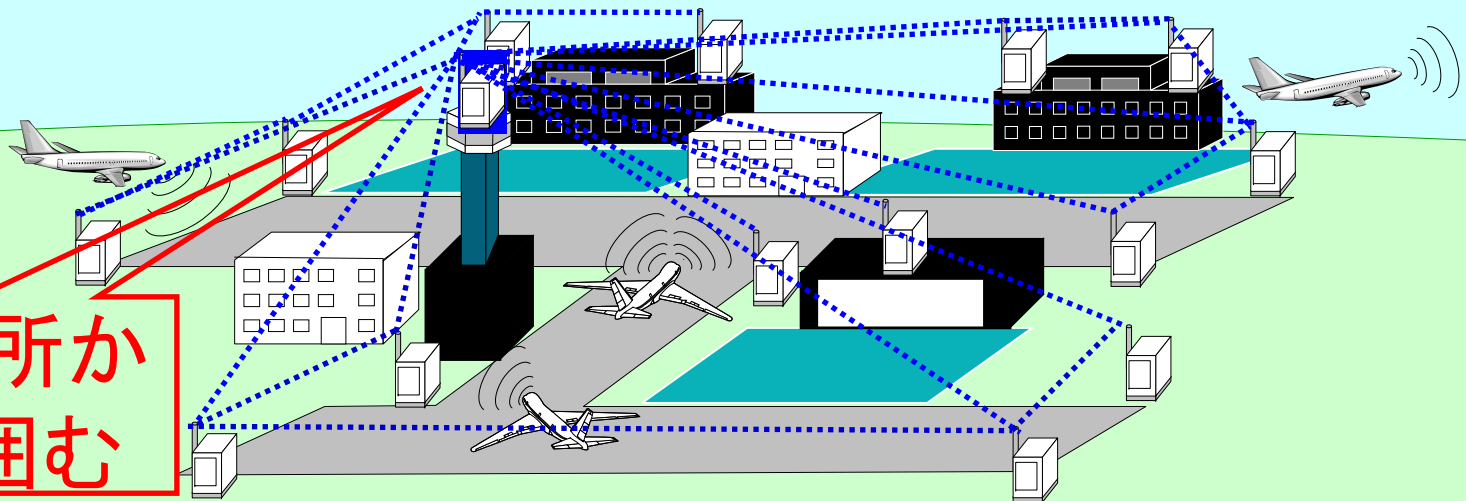
従来策

エリア毎に
4局設置



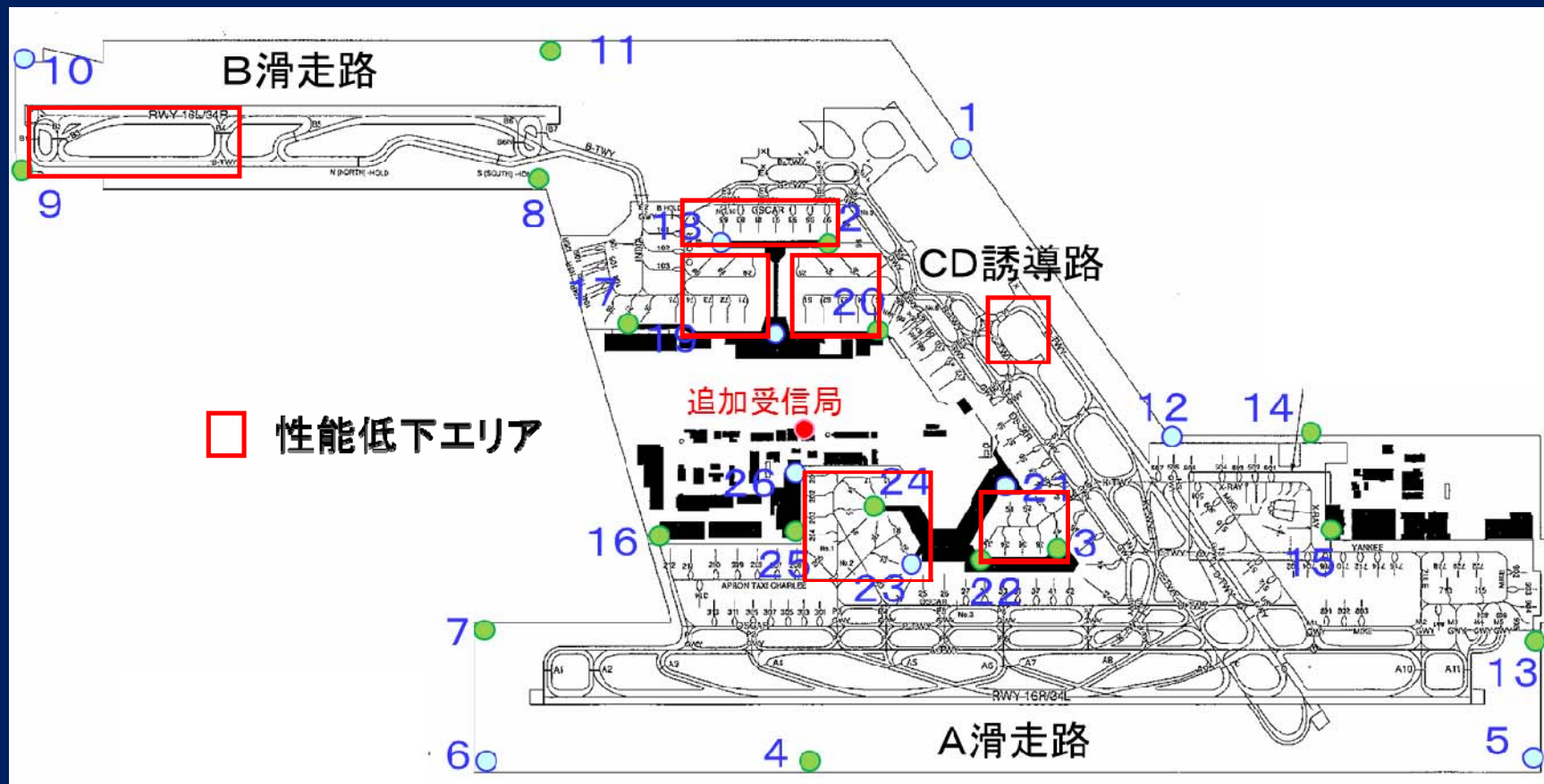
改善策

中央高所か
ら広く囲む



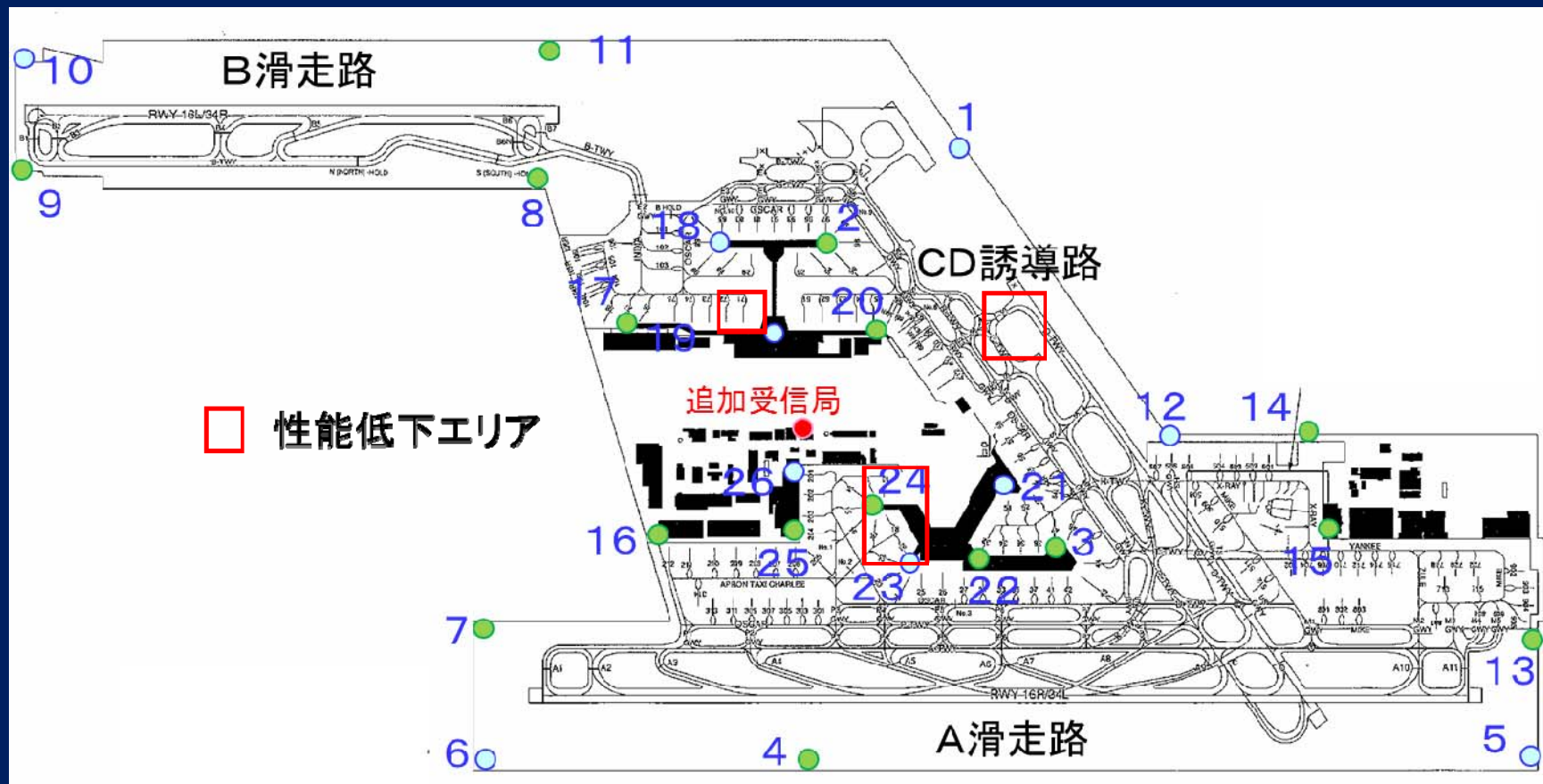
再評価結果

初期評価の性能低下エリア



再評価結果

性能低下エリアが大幅に減少



成田空港MLAT導入評価結果

○ 問題点

建造物の構造上アンテナ高に限界
受信局の増加は**処理負荷の増大**
や**コスト増**など弊害も発生する

○ 解決策

管制塔に配置

→**幾何学的な位置関係、信号環境、コスト削減**
など多数の利点がある

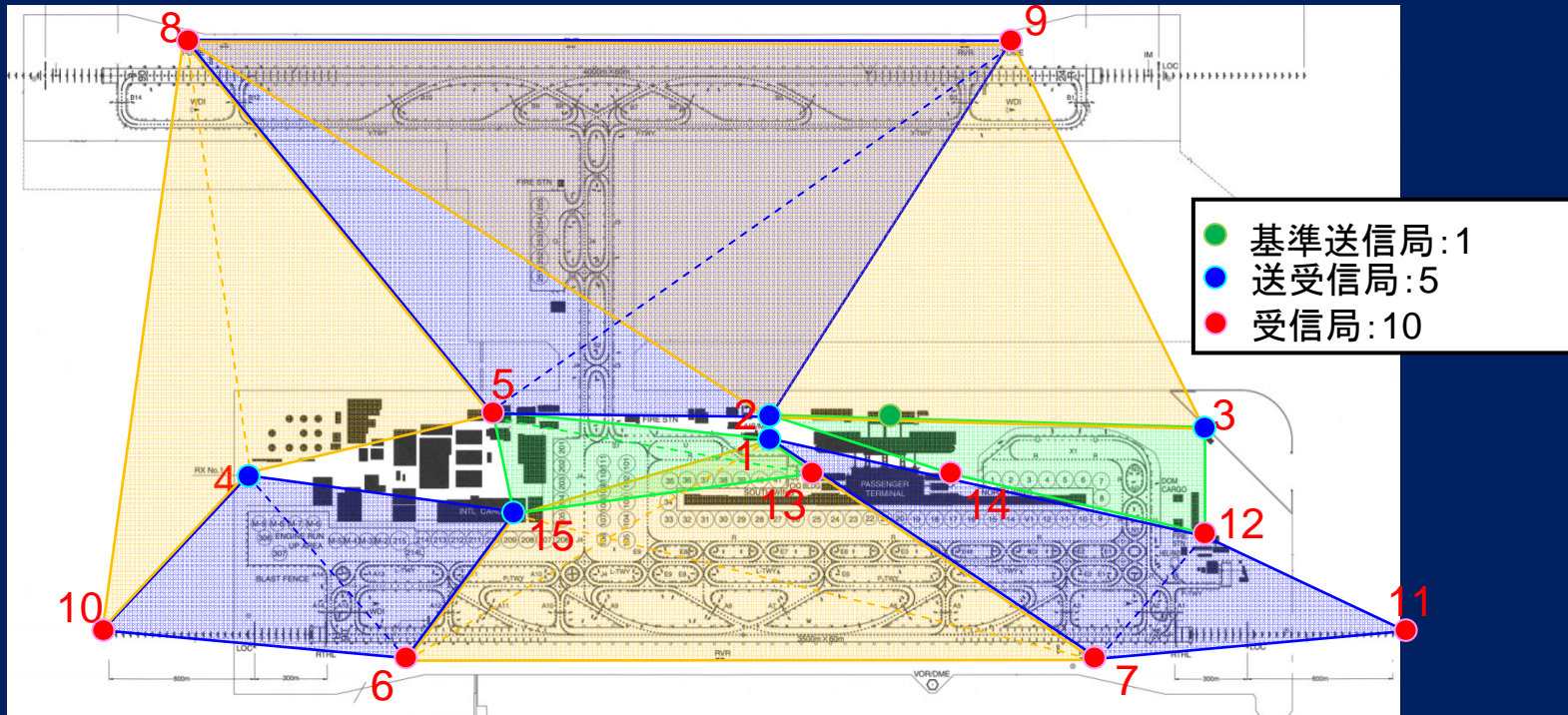
関西国際空港の導入評価

- 四方が全て海に囲まれている
- ターミナルビルにアンテナ設置が不可
- 受信局数を最小限とした配置



受信局アンテナ配置

- 羽田・成田の経験を全て投入
- 管制塔を中心に空港を囲む配置（受信局削減）

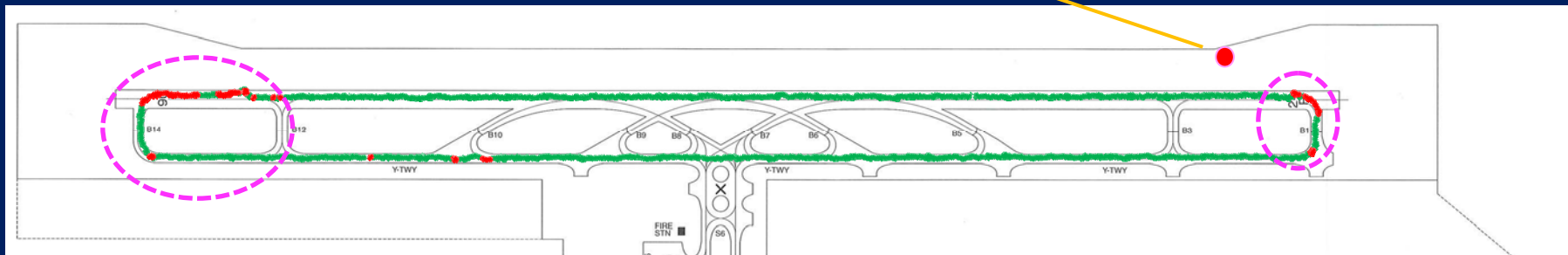


初期評価結果

B滑走路は見通しが良好でも**信号検出口ス**



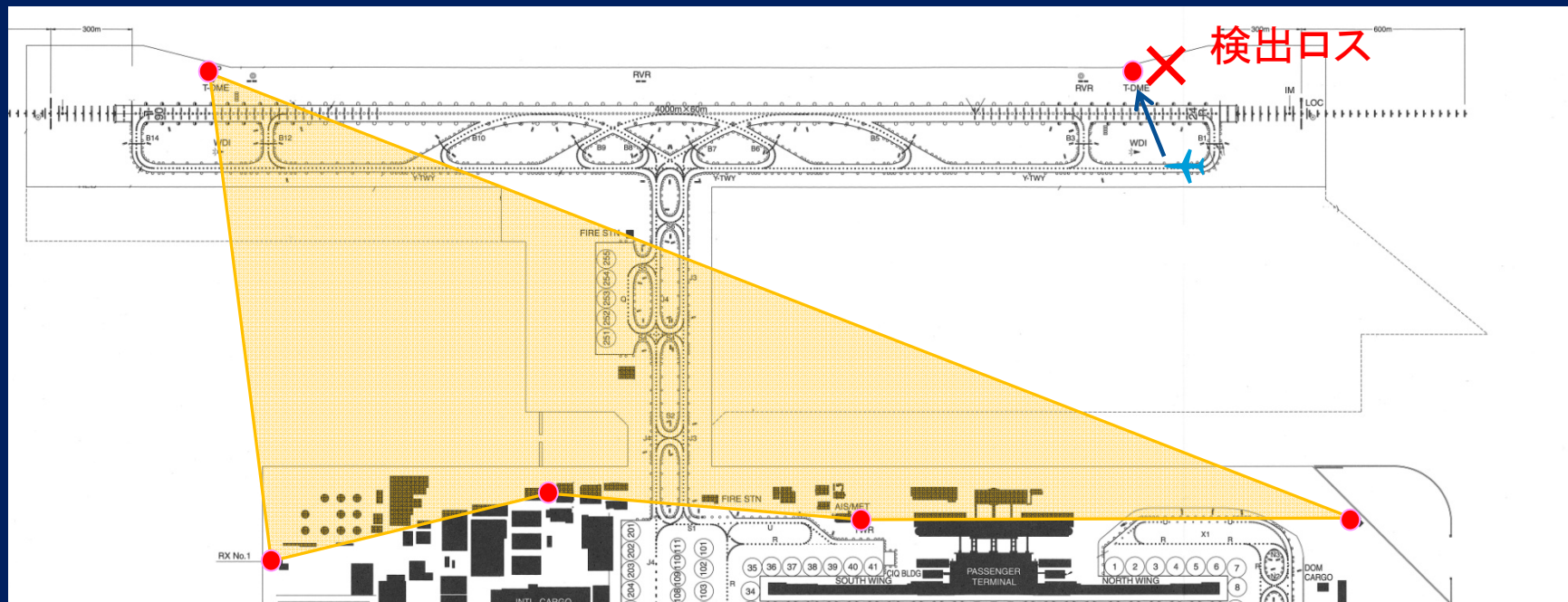
- 位置精度が性能要件を満たす航跡
- 位置精度が性能要件を満たさない航跡
- GPS航跡



位置精度**9.2m** 検出率**100%**

確認された問題点 (B滑走路)

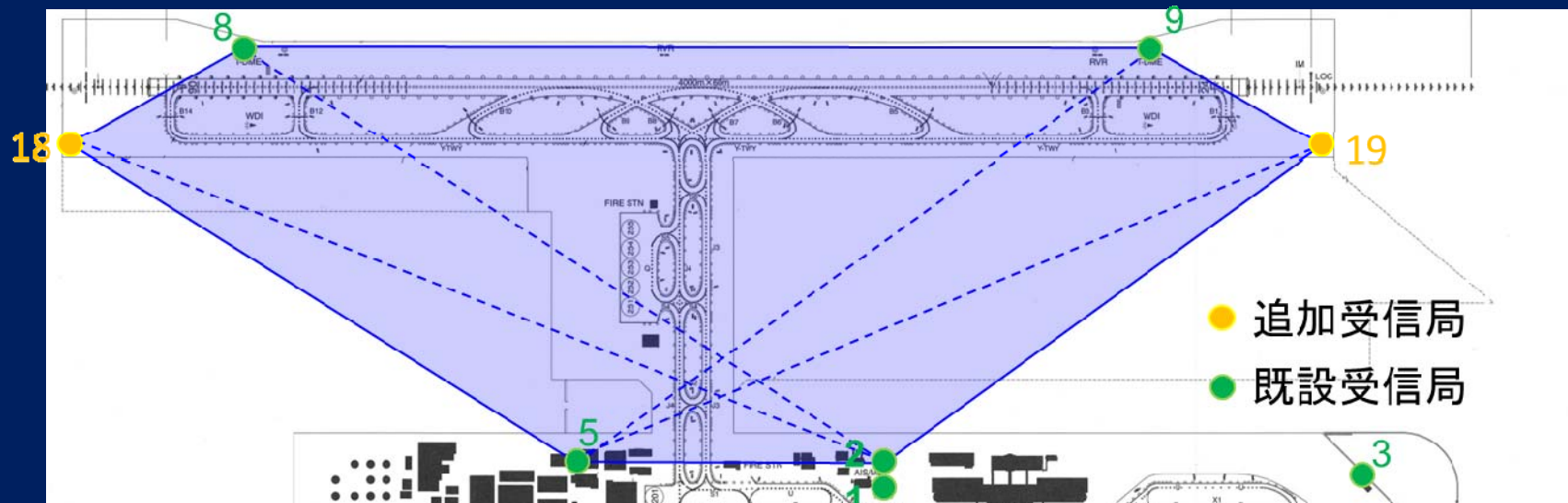
信号の検出ロスによりDOPが大幅に低下
⇒位置精度低下



適用した改善策

検出口スが発生しても極端なDOPの低下がないように**冗長性**を高める

⇒再評価した結果、性能要件を満たす

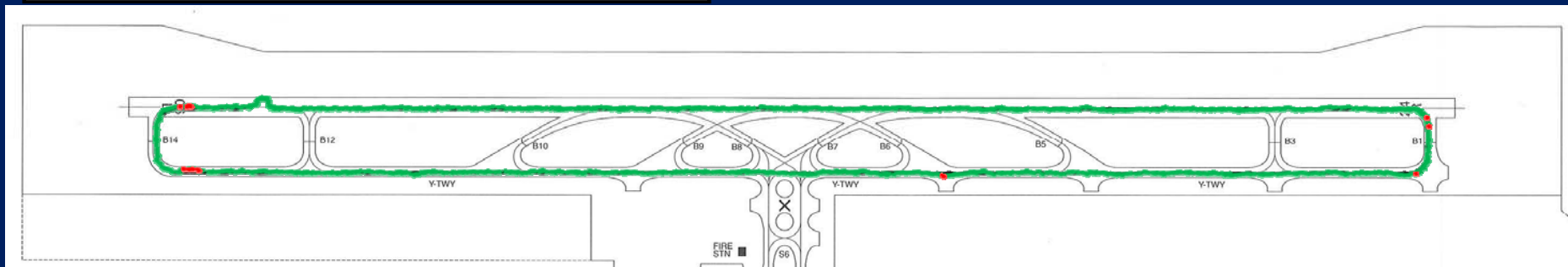


適用した改善策

検出口スが発生しても極端なDOPの低下がないように冗長性を高める

⇒再評価した結果、性能要件を満たす

- 位置精度が性能要件を満たす航跡
- 位置精度が性能要件を満たさない航跡
- GPS航跡



関西空港MLAT導入評価結果

○ 問題点

空港内は**マルチパス**が多発する
⇒見通しが良好なエリアでも発生

○ 解決策

信号検出口スで極端にDOPが悪化
⇒**冗長性**を高めることで性能低下を防ぐ

各空港評価のまとめ

- 東京国際空港
既存の建造物や進入灯を利用することで良好な性能が得られる
- 成田国際空港
管制塔に受信局を設置することで多くの利点を得られる
- 関西国際空港
信号検出口スで極端にDOPが悪化する場合には冗長性を高める

まとめ

- MLATの性能は**時刻同期**、**信号検出**、**幾何学的な位置関係**の3つのファクターに依存する
- 空港への導入では**マルチパス**が課題
⇒ 信号検出、幾何学的な位置関係を悪化
・ ・ 導入前評価が重要

謝辞

- 国土交通省航空局
- 関係各位

ありがとうございました