

**東京国際空港における
マルチラレーション監視システム
の評価結果**

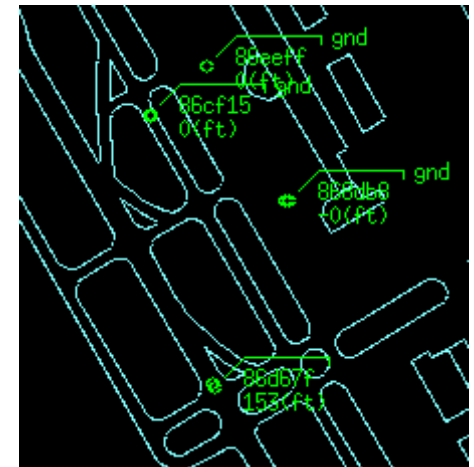
電子航法研究所

説明内容

マルチラテレーションの概要

確認された問題とその改善策

改善策適用後の評価結果



評価の背景

航空需要の増加による空港容量の拡張

交通量の増加・運用の複雑化

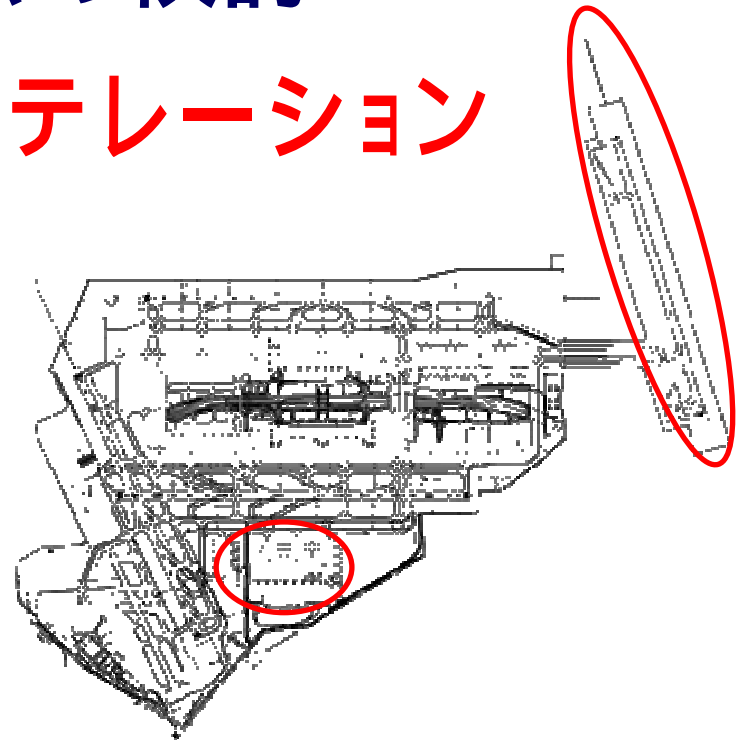
管制を支援するシステムの検討

空港面監視：**マルチラレーション**

目的

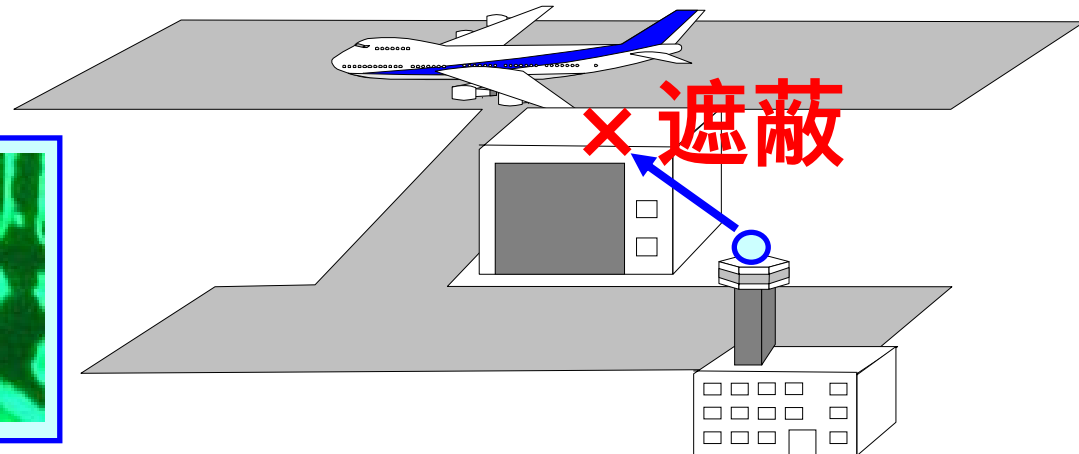
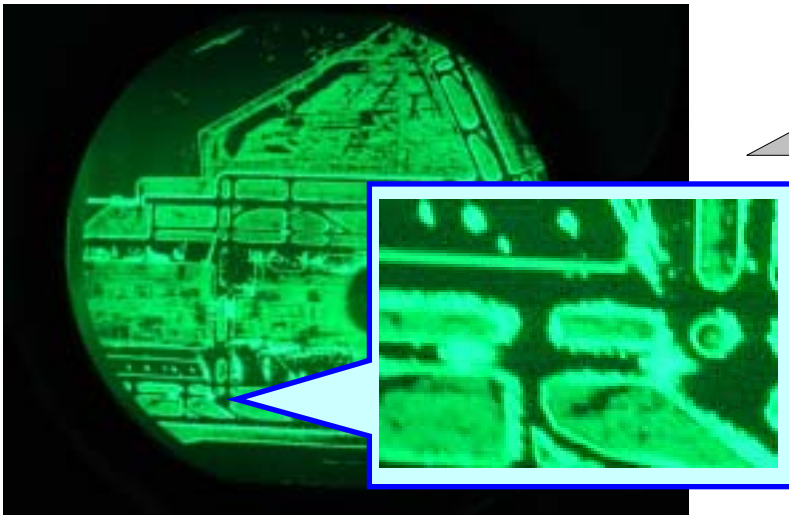
評価による事前検証

導入形態の提案



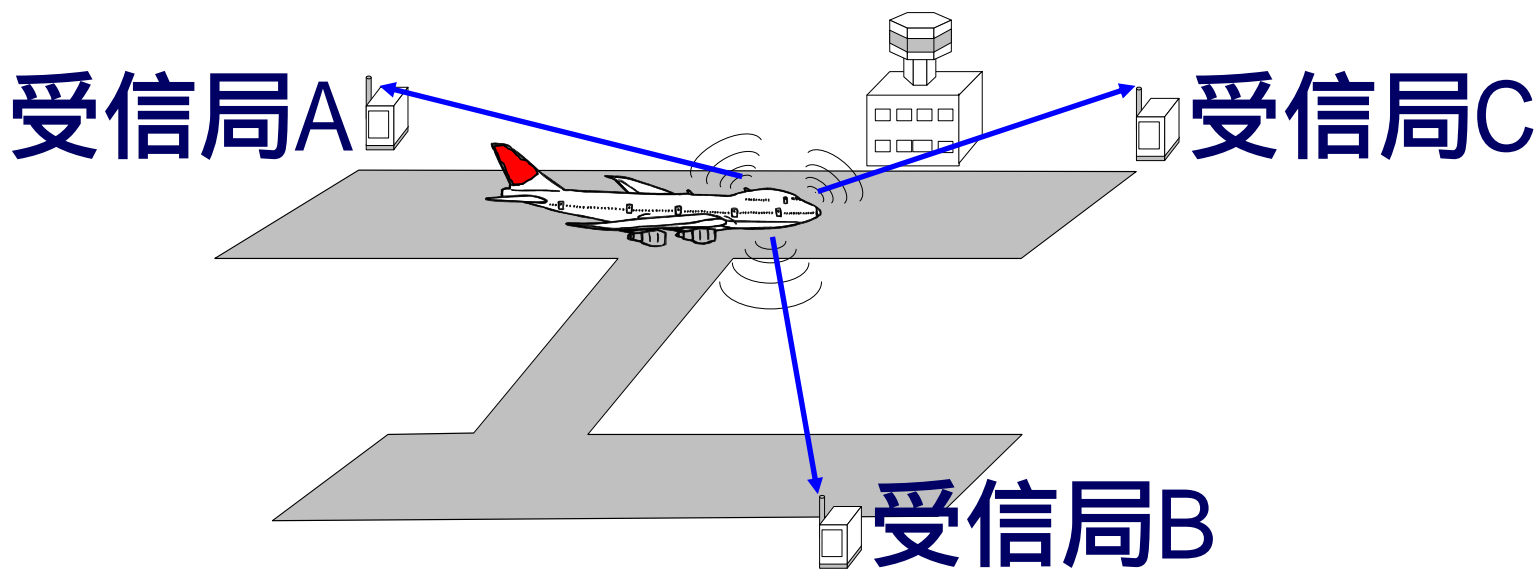
現在の空港面監視の課題 (空港面探知レーダー)

航空機便名の画面表示
悪天候時の性能劣化
遮蔽による非検出領域

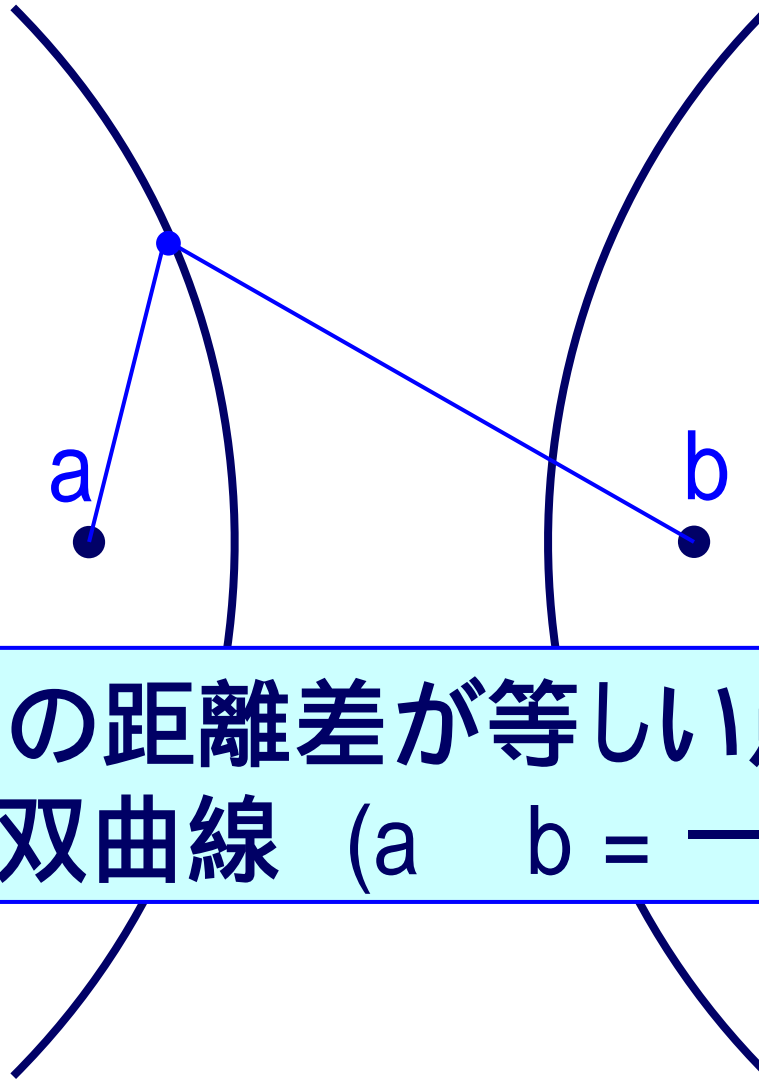


マルチラレーションとは

トランスポンダにより送信される信号を
複数の受信局で受け、受信時刻差から
航空機の位置を測定する監視システム



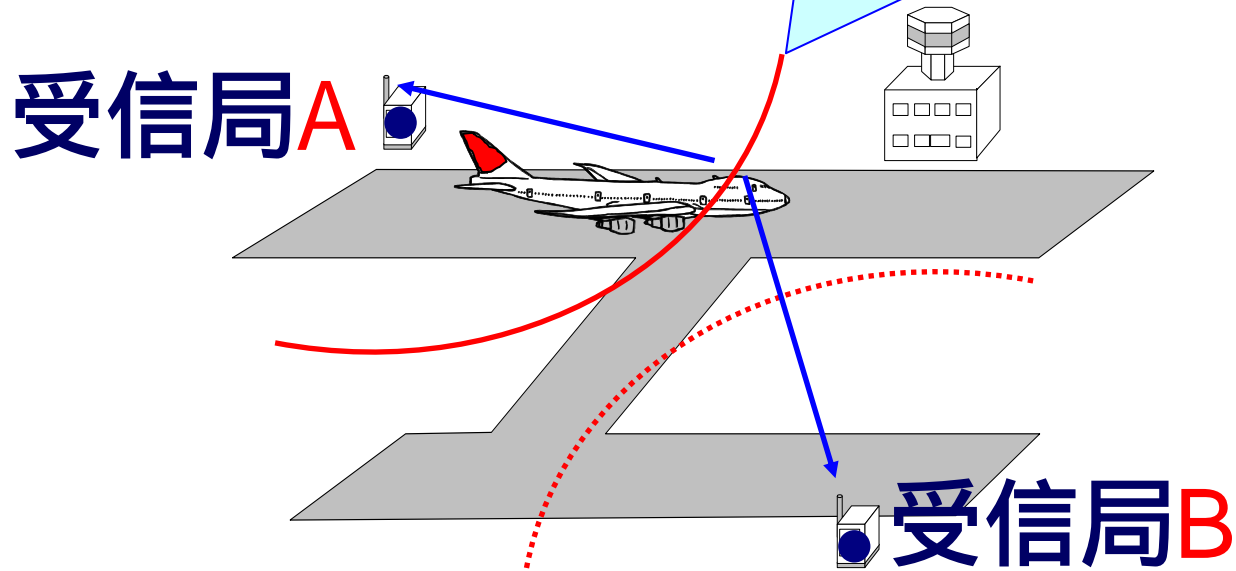
測位原理



2点からの距離差が等しい点の軌跡
双曲線 ($a \quad b = \text{一定}$)

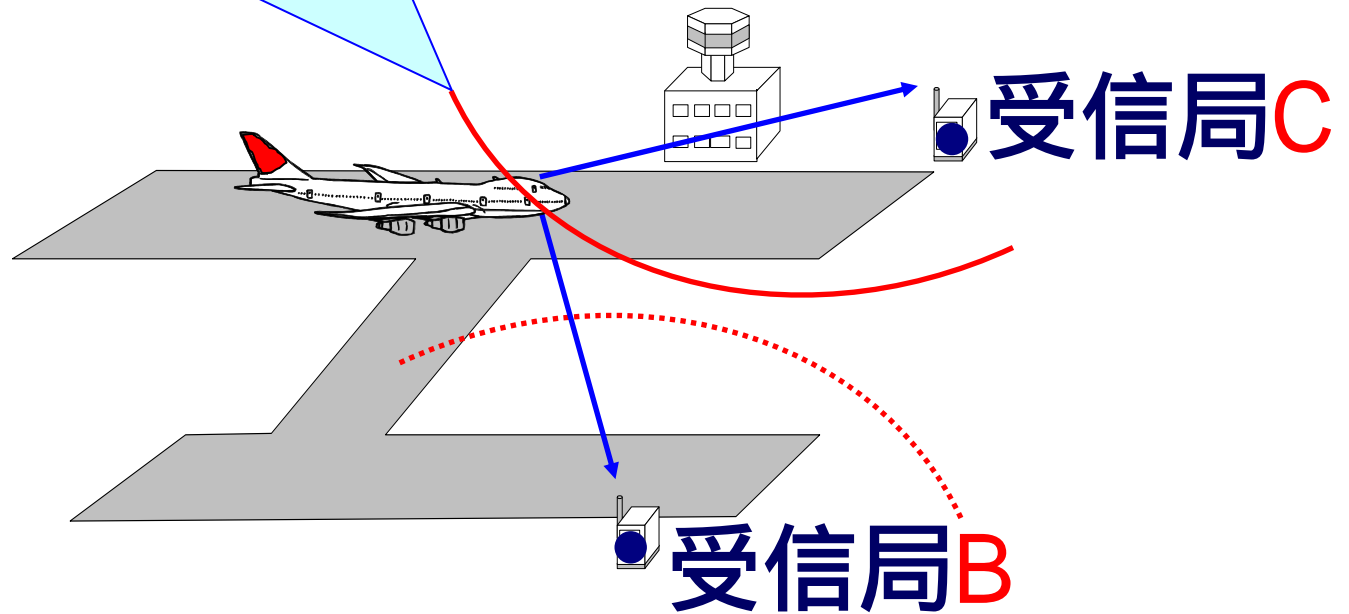
測位原理

受信局AとBによる受信時刻差から
計算される双曲線



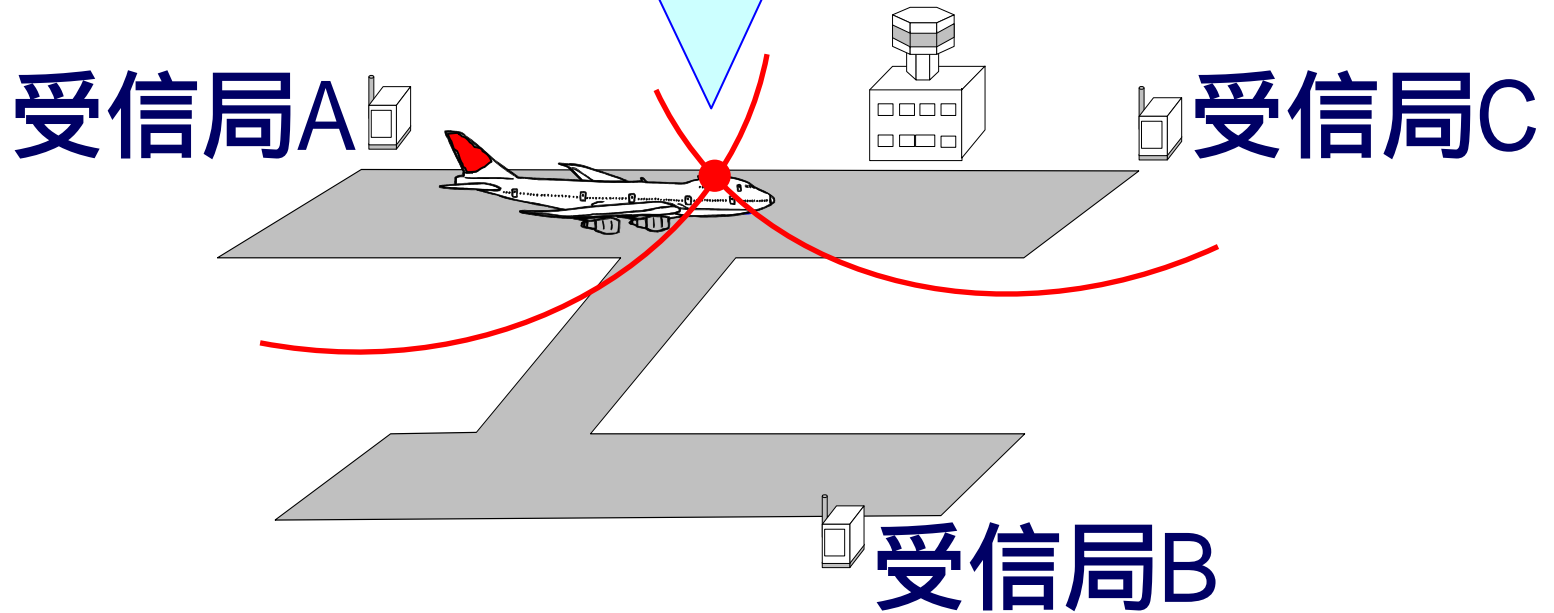
測位原理

受信局BとCによる受信時刻差から
計算される双曲線



測位原理

航空機の位置 (双曲線の交点)



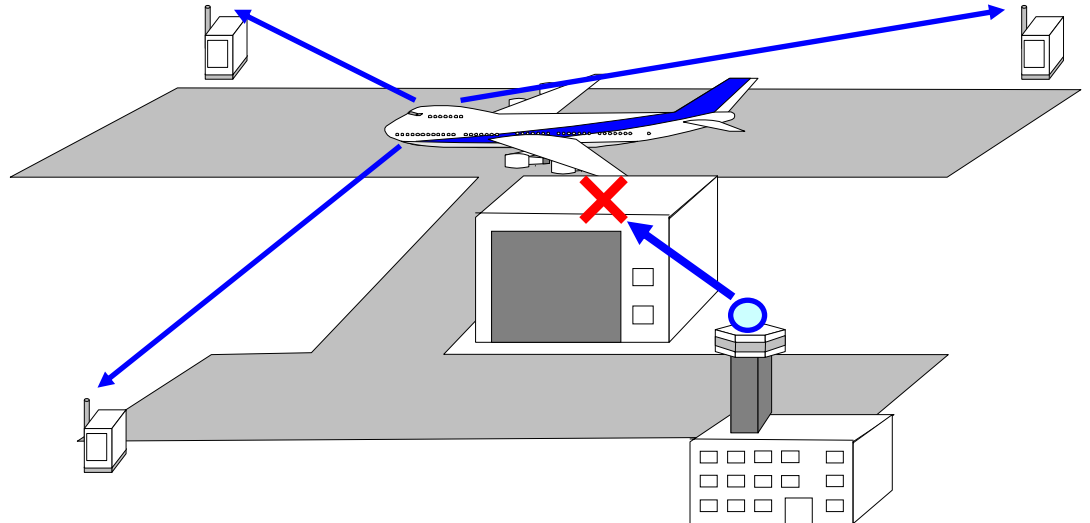
特徴

航空機便名を画面表示できる

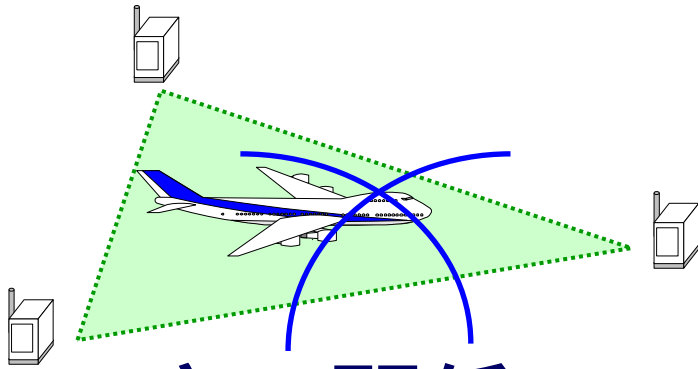
悪天候時でも性能が劣化しない

非検出領域に対して監視できる

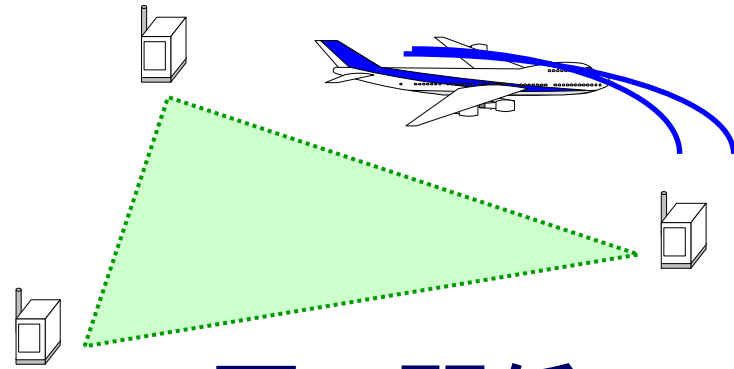
航空機側の追加装備を必要としない



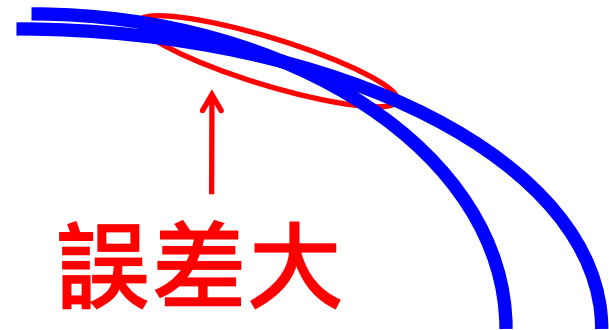
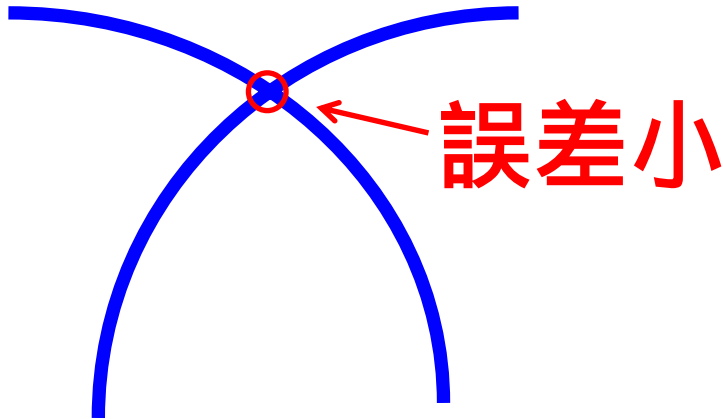
高い性能を得るには 航空機と受信局の位置関係



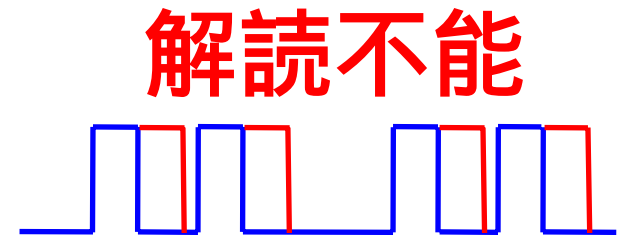
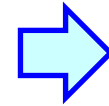
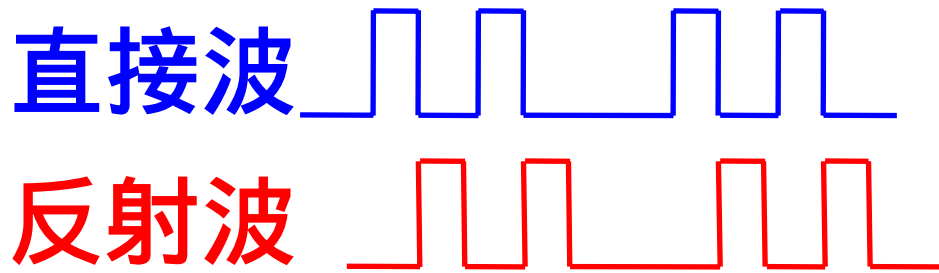
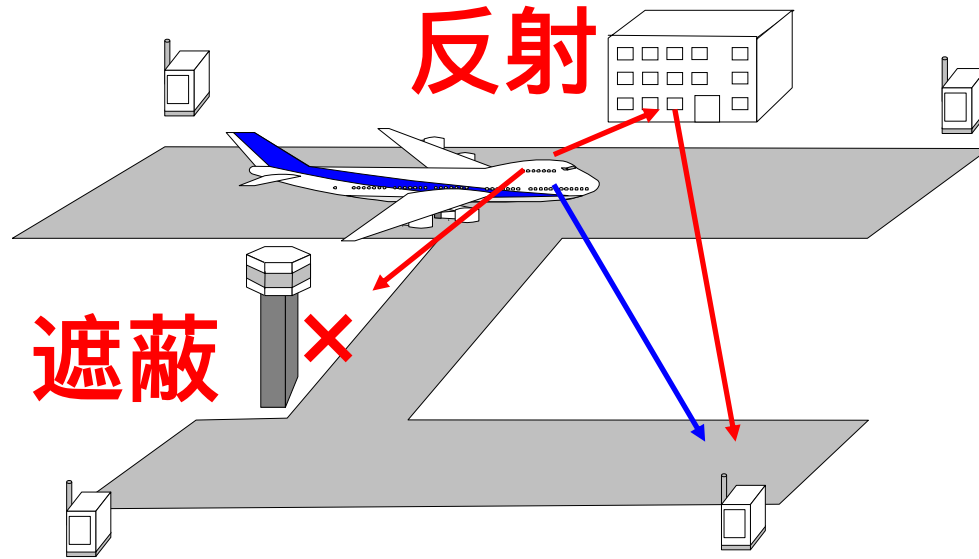
良い関係



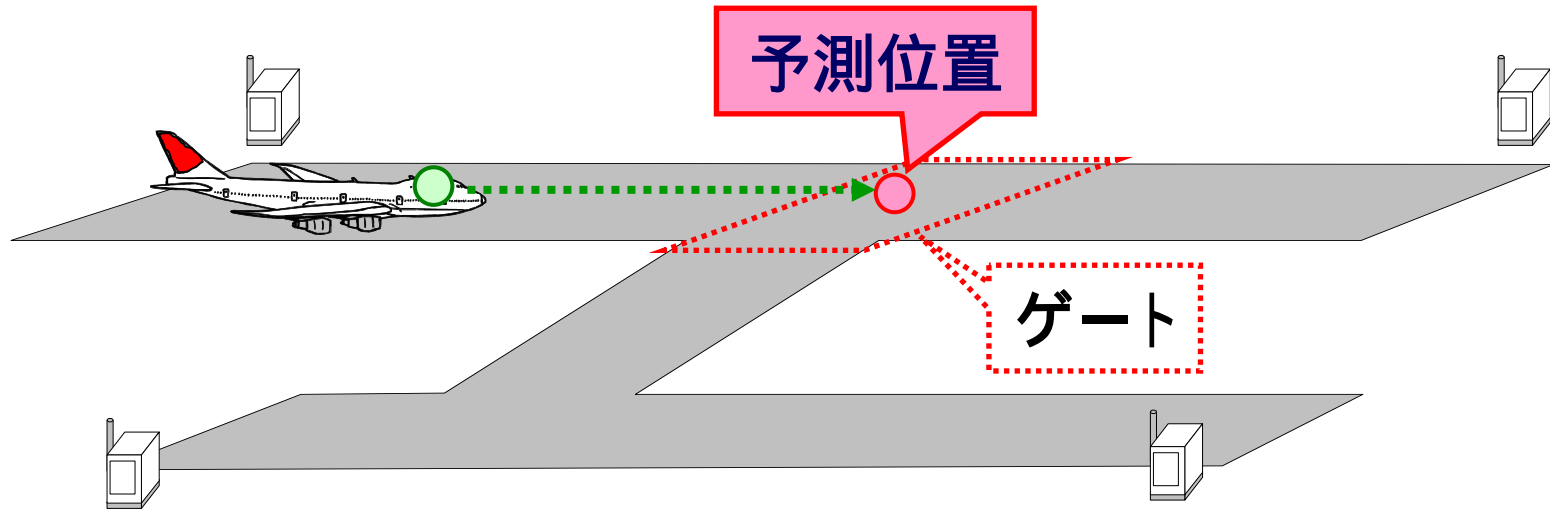
悪い関係



高い性能を得るには 信号干渉の回避

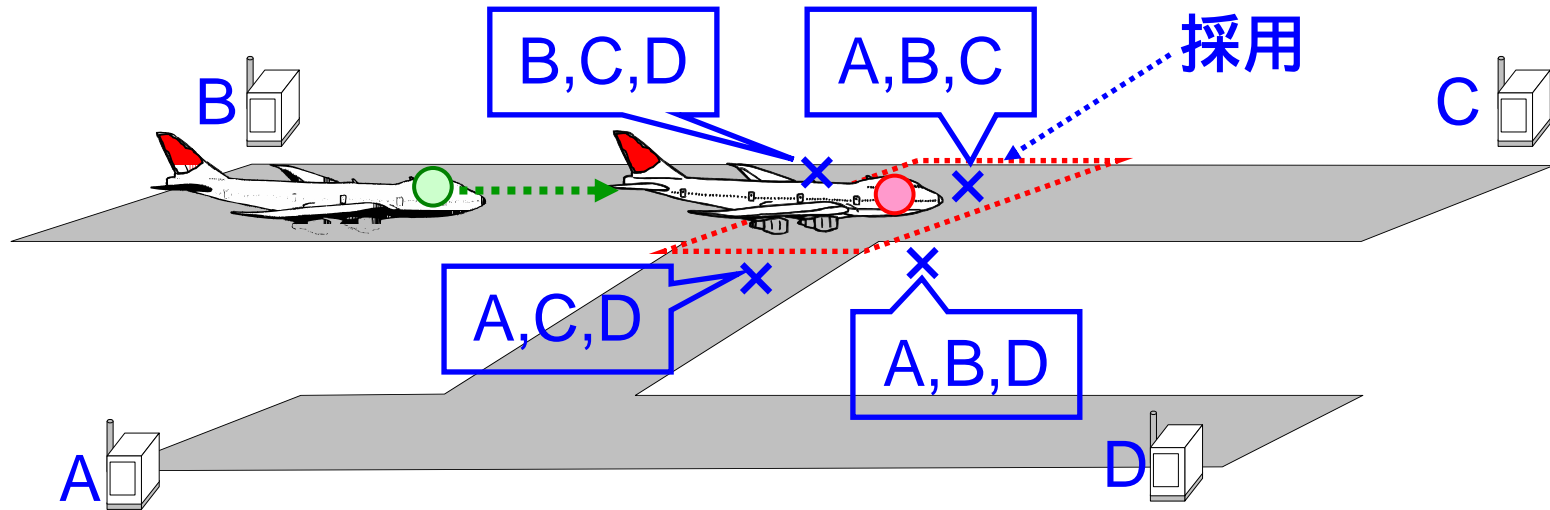


高い性能を得るには 追尾処理の実施



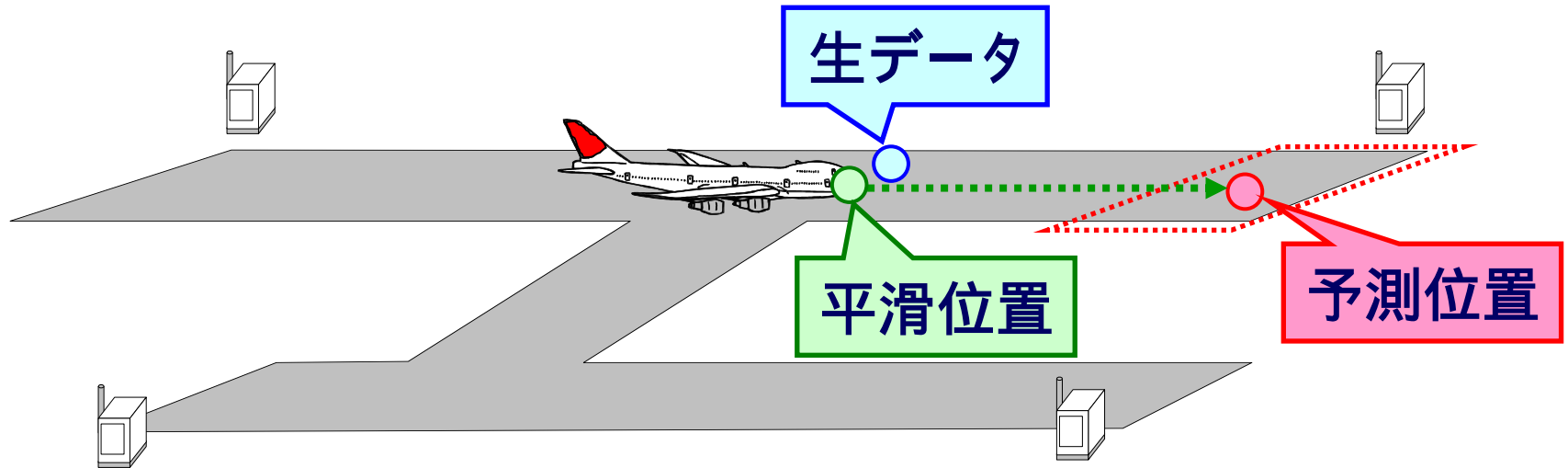
位置精度や信頼性の向上
最適な計算解の決定

高い性能を得るには 追尾処理の実施



ゲート内の計算解を生データとして採用

高い性能を得るには 追尾処理の実施



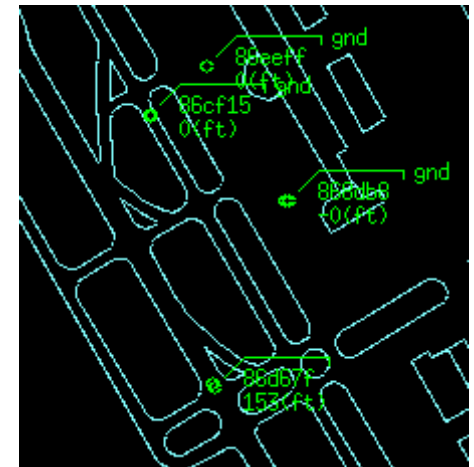
生データ位置から平滑位置を算出
平滑位置から次の予測位置を算出

説明内容

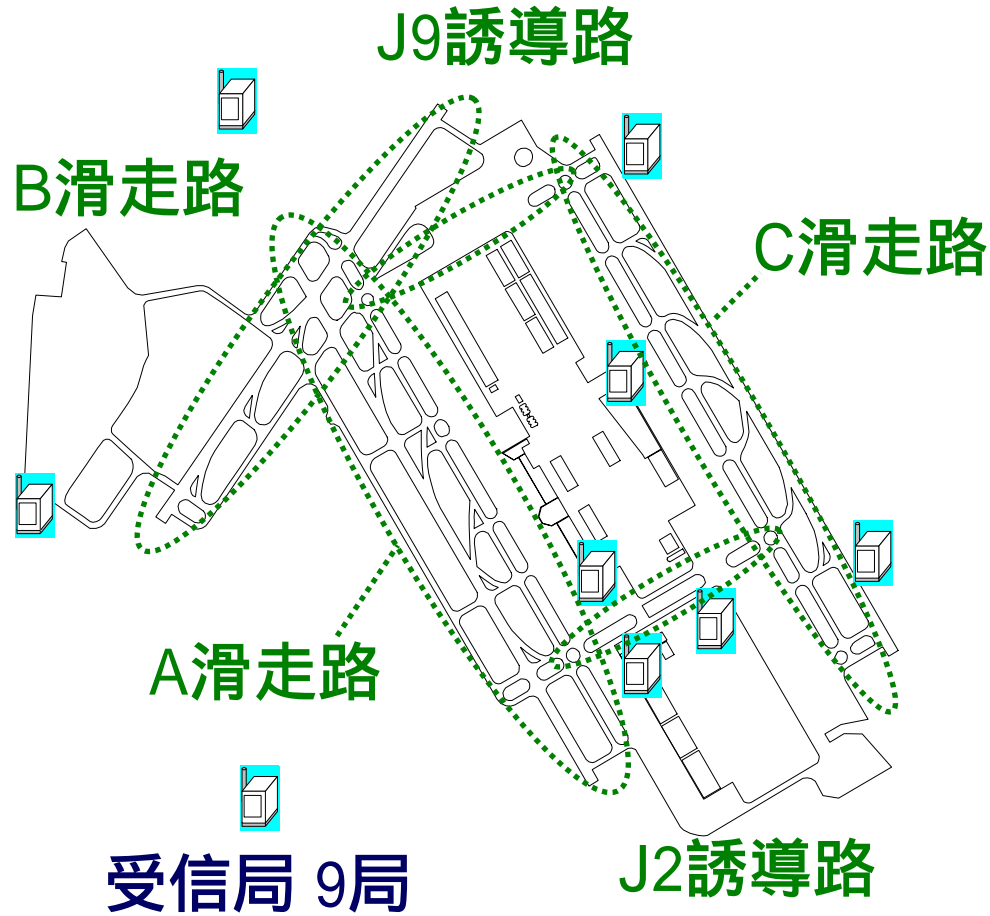
マルチラテレーションの概要

確認された問題とその改善策

改善策適用後の評価結果



評価方法



エリアを分割して性能評価

評価方法

(性能値を欧州の性能要件と比較)

位置精度: GPS位置を基準

性能要件: 7.5m以内 (95%信頼性レベル)

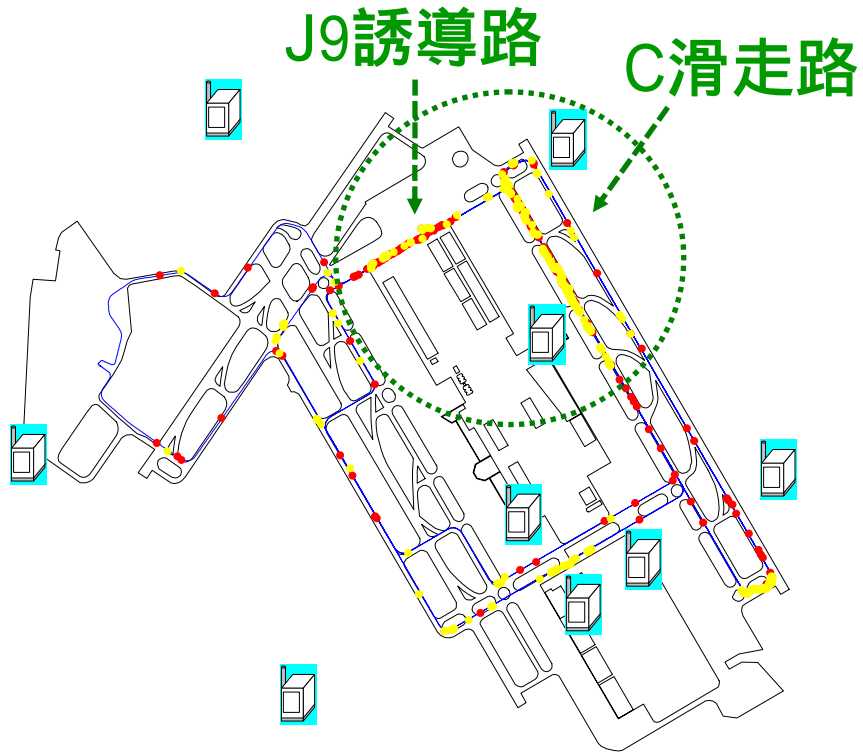
検出率: 計算解が得られたか

性能要件: 99.9%以上 (全ての2秒間隔)

更新率: ゲート内に計算解があるか

追尾処理停止の発生頻度

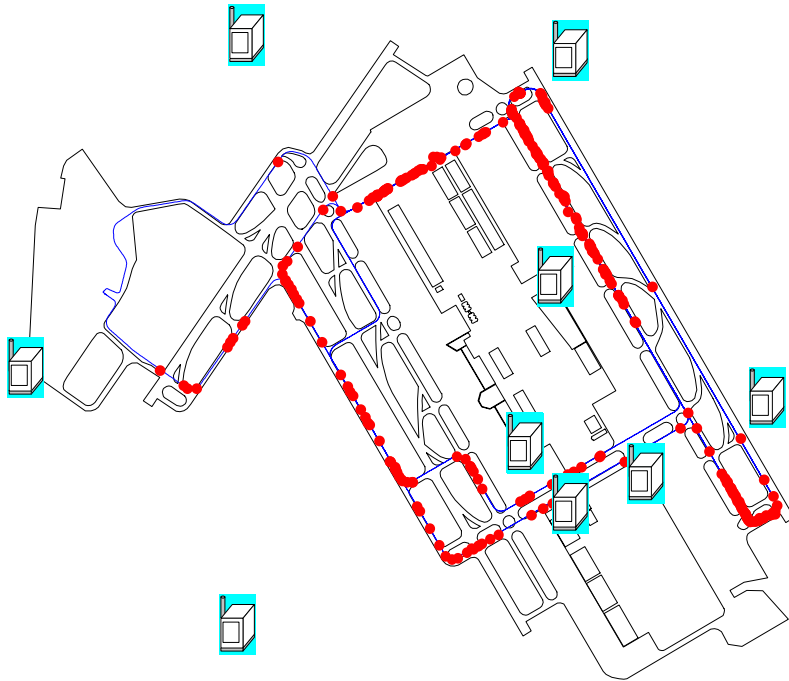
平成17年度評価結果



	検出率	位置精度
A滑走路	99.9%	29m
B滑走路	99.8%	No data
C滑走路	99.9%	63m
J2誘導路	99.7%	20m
J9誘導路	99.2%	26m
性能要件	99.9%以上	7.5m以内

- 1.2秒間検出なし
- 測位誤差7.5m以上

平成17年度評価結果



	更新率
A滑走路	23%
B滑走路	35%
C滑走路	20%
J2誘導路	27%
J9誘導路	24%
性能要件	- - -

- 追尾処理停止発生

確認された問題

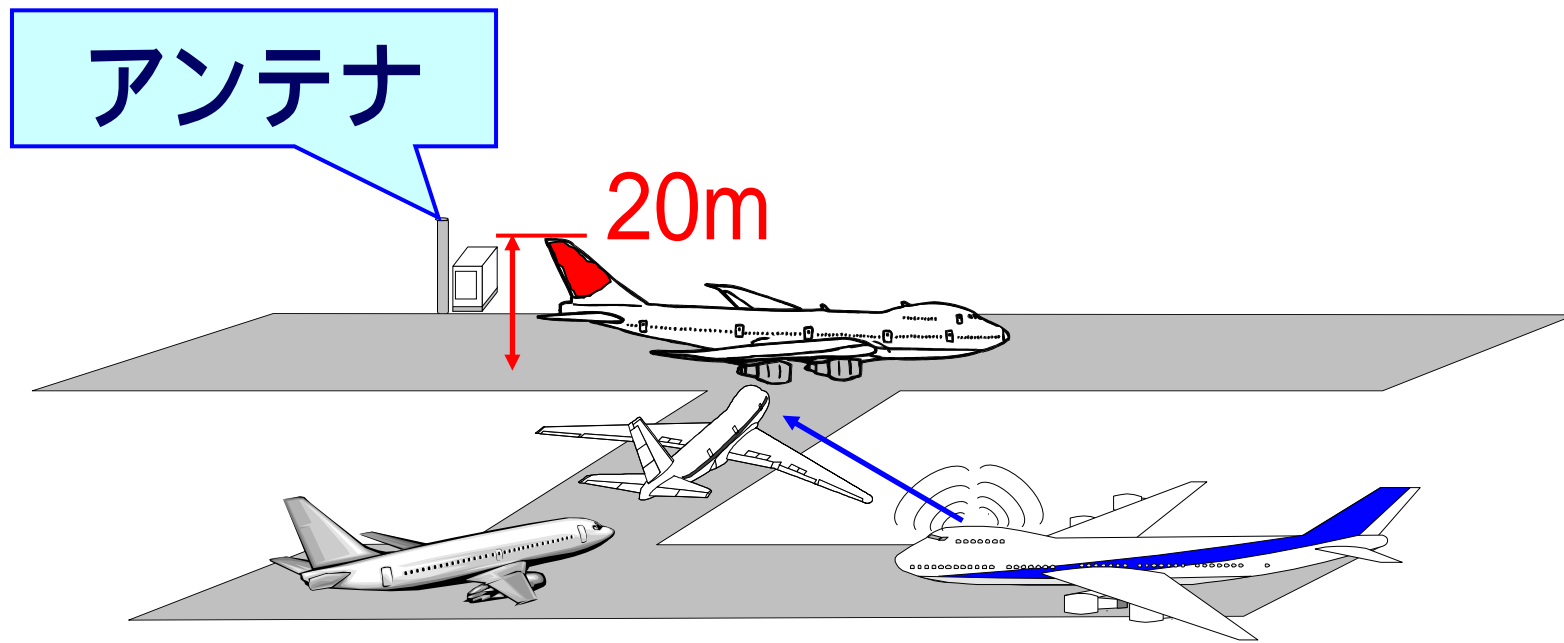
受信局数の不足

低いアンテナ設置高

最適でない設定パラメータ

検出率・位置精度・更新率に大きく影響

低いアンテナ設置高



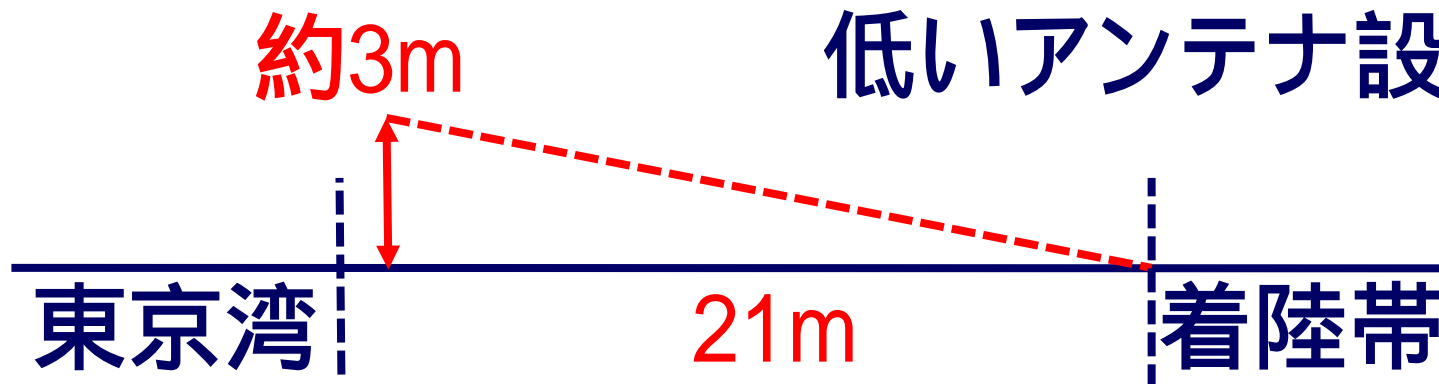
他機の機体による干渉：検出不可

出発機の集中時に特に発生

低いアンテナ設置高



転移表面による高さ制限
低いアンテナ設置高

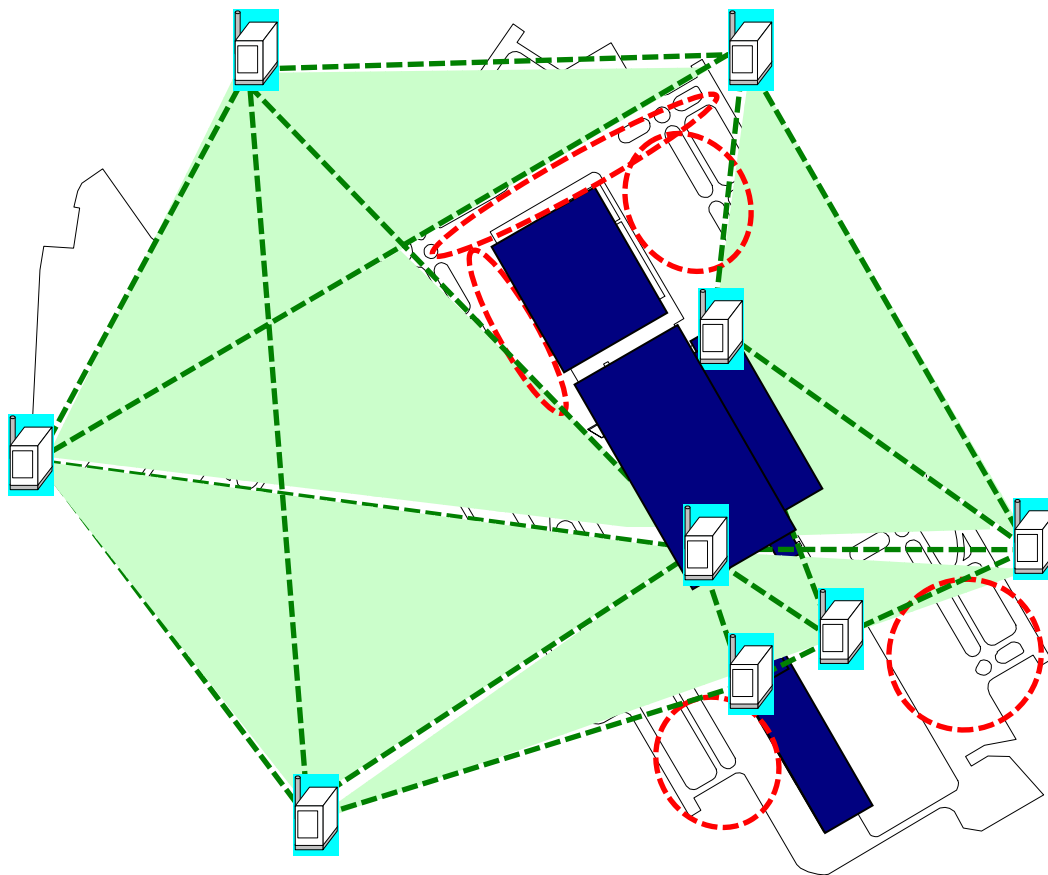


低いアンテナ設置高 (改善策)

進入灯橋脚部に移設
設置高が12mに増加

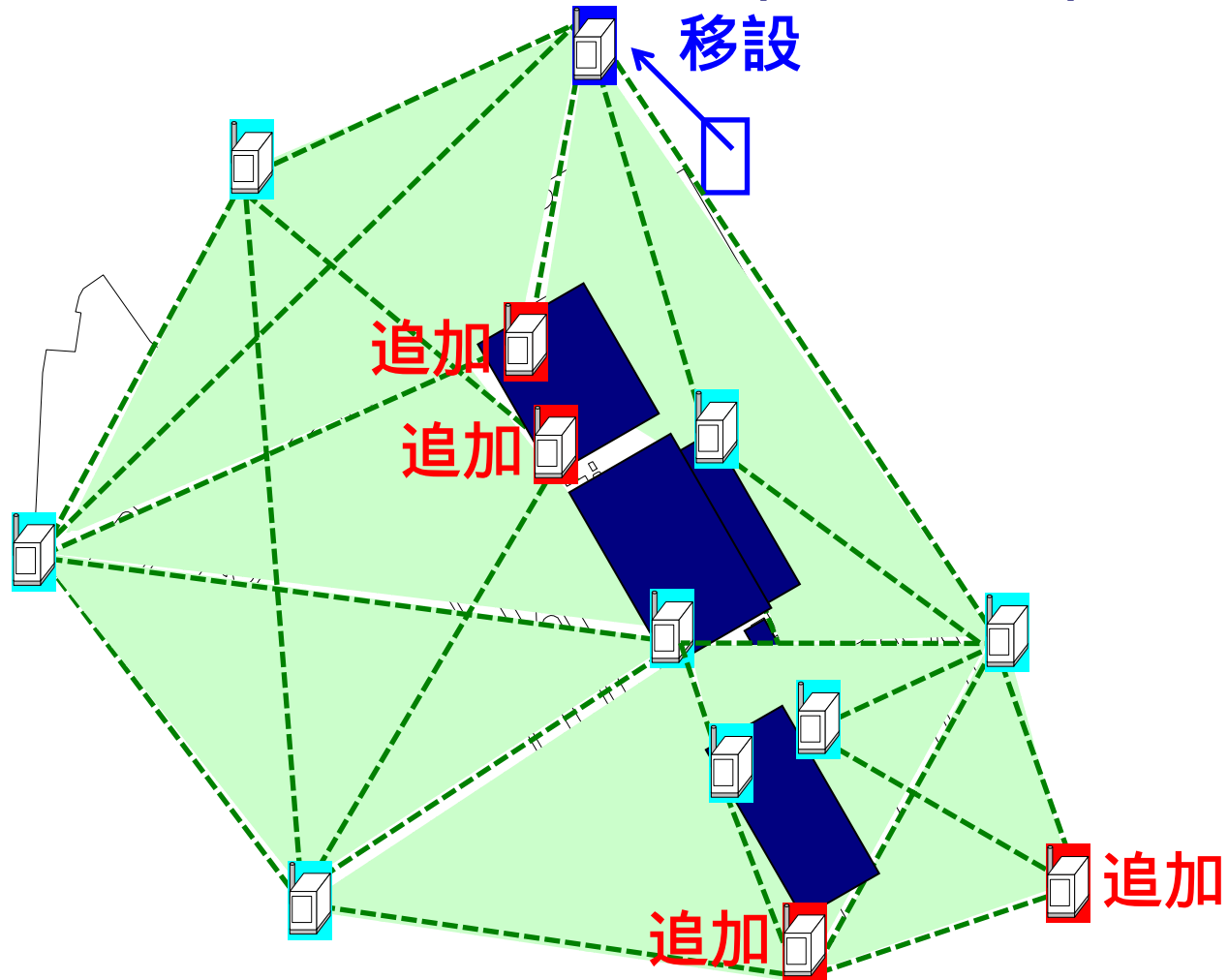


受信局数の不足



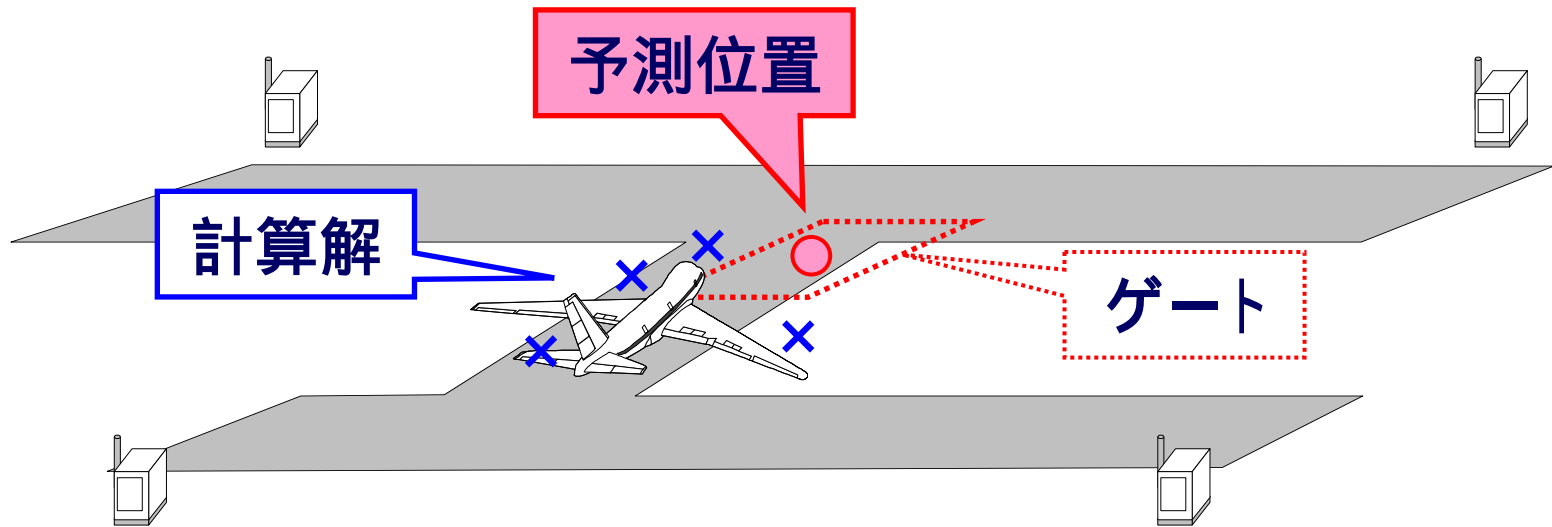
○ 受信局に囲まれていない領域: 誤差大

受信局数の不足(改善策)



受信局 **4局追加** 計13局: 全域を囲む

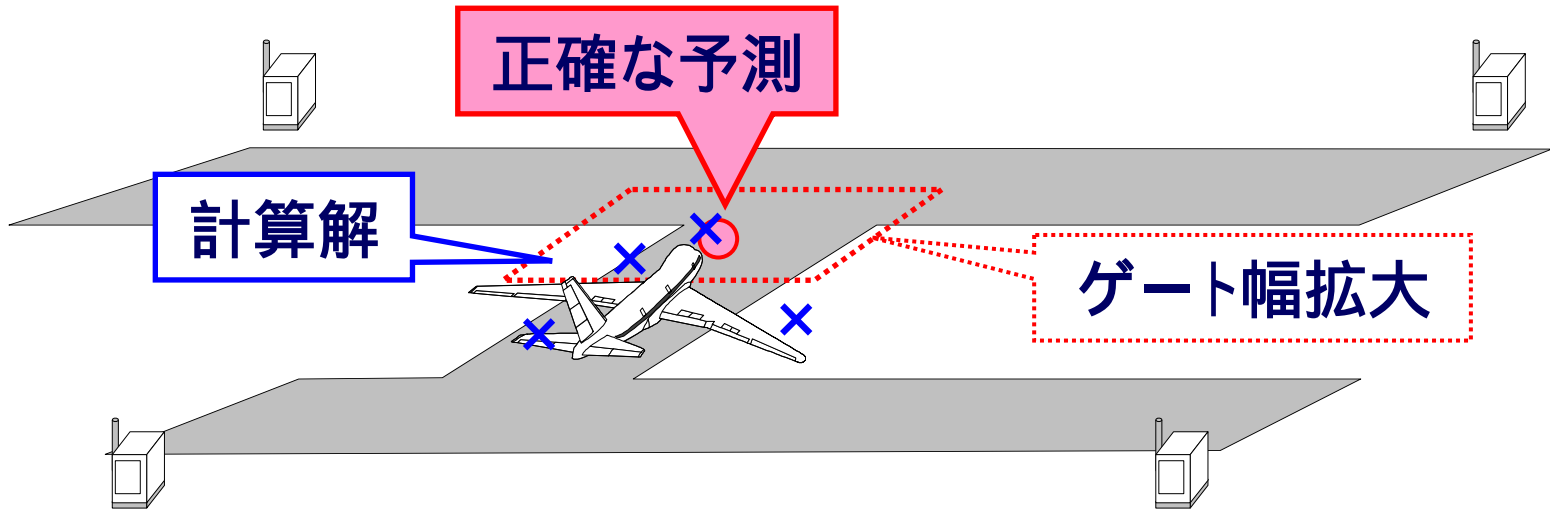
最適でない設定パラメータ



予測位置が正確でない
測位誤差が大きい

計算解がゲートに収まらない
追尾処理停止が発生

改善策の適用



より正確に位置を予測

ゲート幅を拡大

検出値がゲート内に収まる

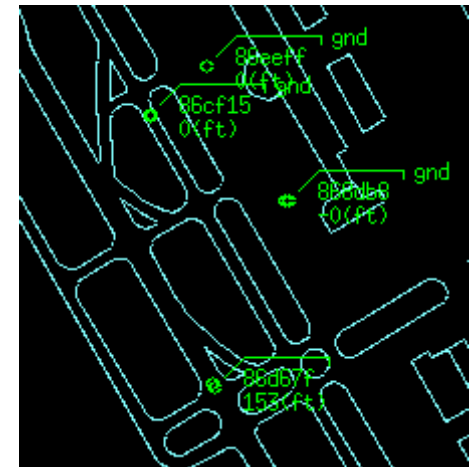
位置算出に必要な受信局: 3局 4局

説明内容

マルチラテレーションの概要

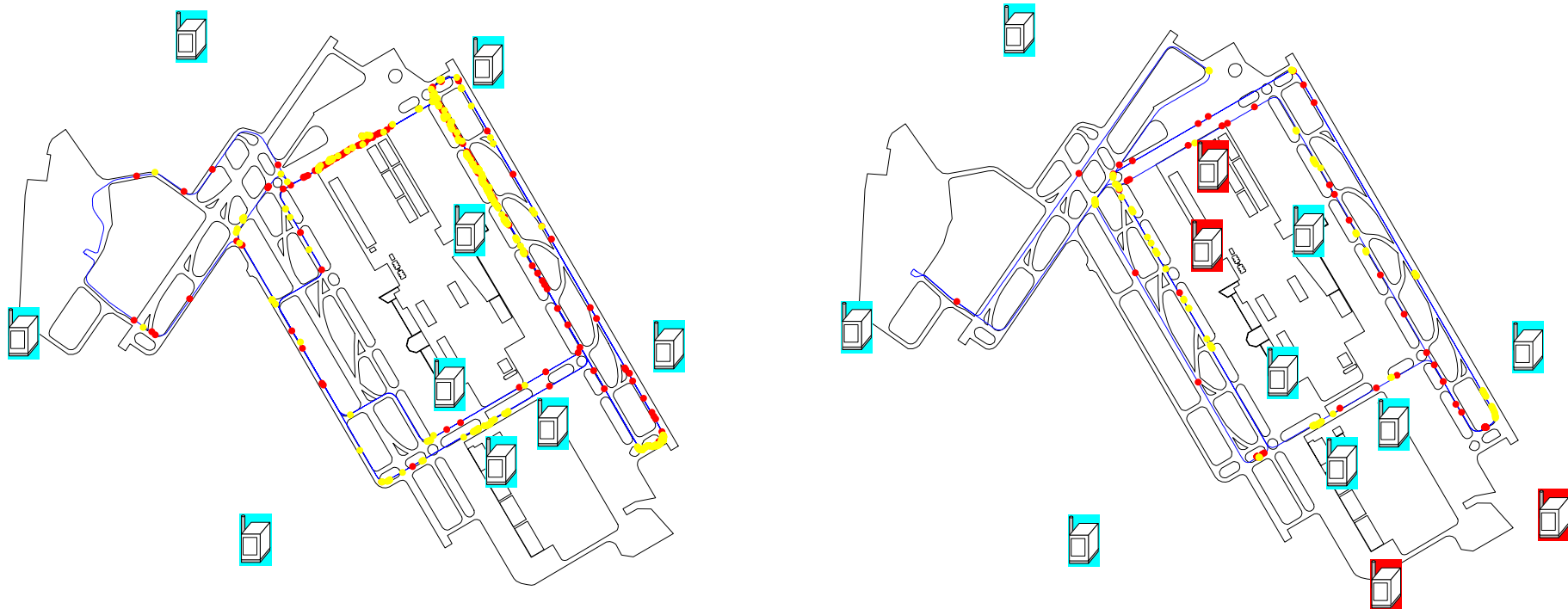
確認された問題とその解決策

解決策適用後の評価結果



適用前後の比較 (位置精度・検出率)

適用前 → 適用後



性能劣化ポイントが大きく減少

適用前後の比較 (位置精度・検出率)

	検出率		位置精度	
	適用前	適用後	適用前	適用後
A滑走路	99.9%	99.9%	29m	6.5m
B滑走路	99.8%	100%	No data	5.5m
C滑走路	99.9%	100%	63m	7.5m
J2誘導路	99.7%	99.3%	20m	12m
J9誘導路	99.2%	98.8%	26m	8.5m
性能要件	99.9%以上		7.5m以下	

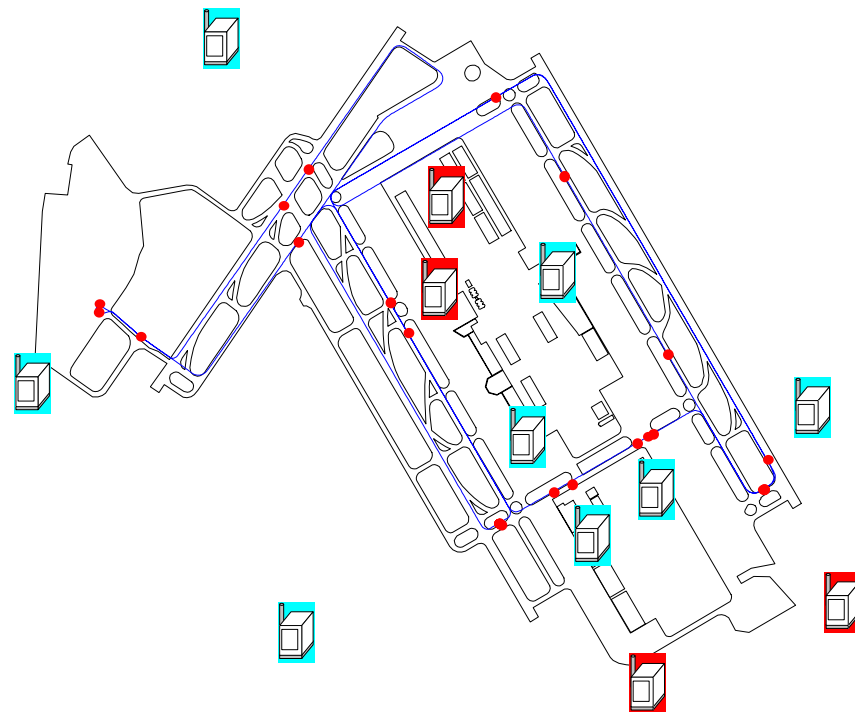
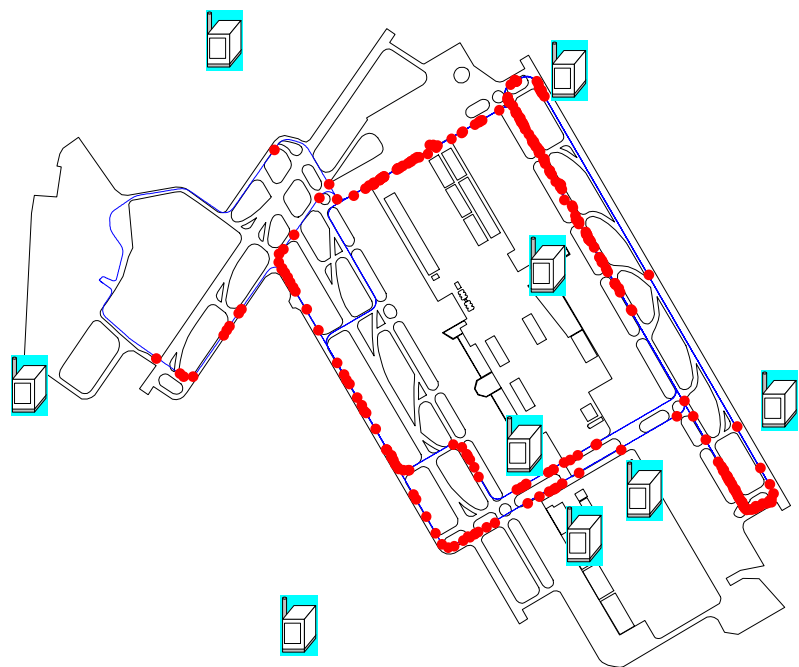
J2・J9誘導路を除き性能要件を満たす

適用前後の比較(更新率)

適用前



適用後



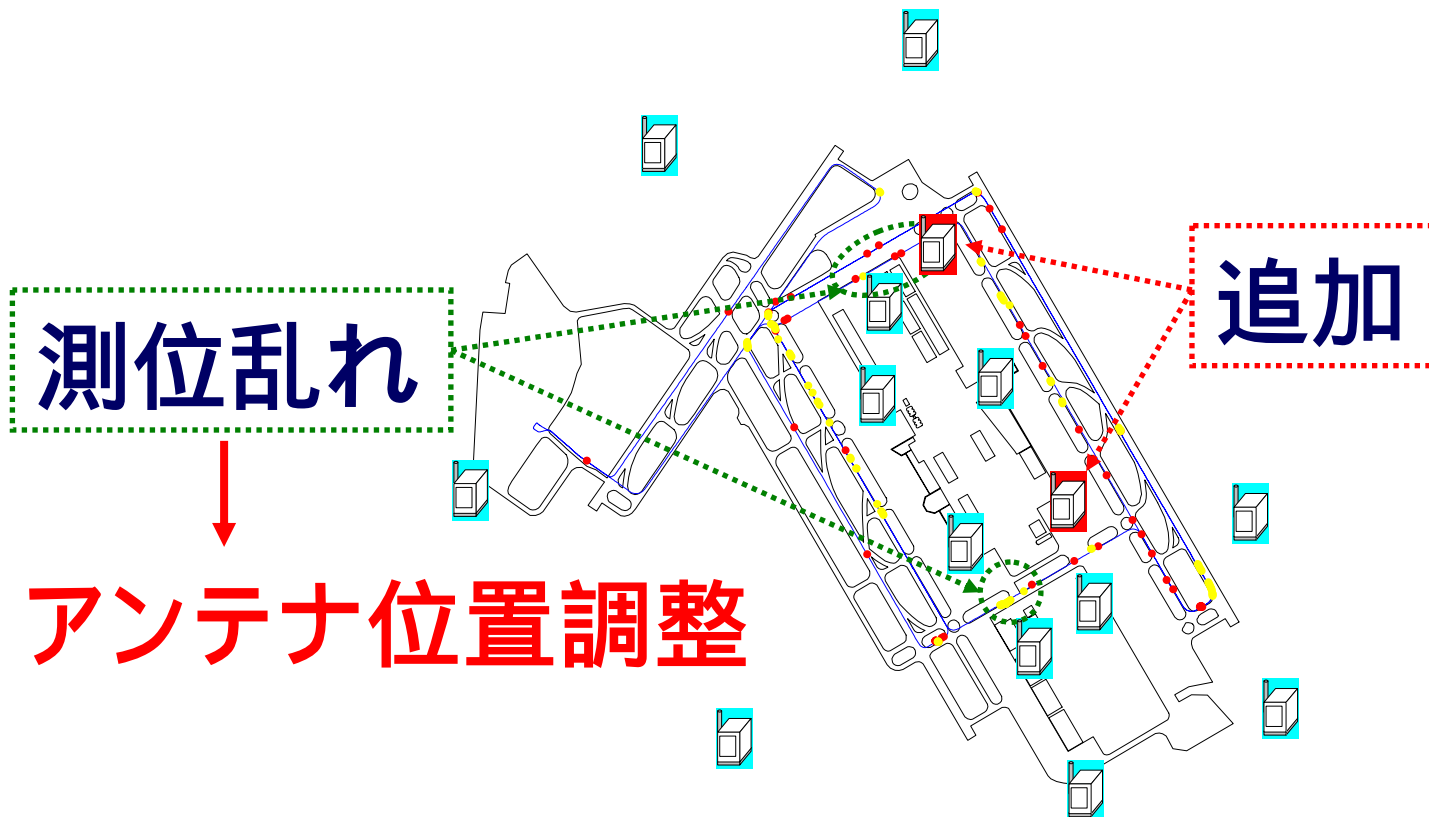
追尾処理停止が大きく減少

適用前後の比較(更新率)

	適用前	適用後
A滑走路	23%	0.2%
B滑走路	35%	0.1%
C滑走路	20%	0.1%
J2誘導路	27%	0.3%
J9誘導路	24%	0%
性能要件		- - -

全エリアに対してほぼ発生していない

J2・J9誘導路の性能向上



算出に必要な局数4局:検出不可
実運用では受信局追加

まとめ

羽田空港にて評価試験

把握した問題点と適用した改善策

一部を除き性能要件を満足

導入の見通しが得られた

今後は

羽田空港にて信頼性の評価

成田空港にて機能・性能の評価

謝辞

国土交通省航空局

東京航空局

東京空港事務所

羽田飛行検査官室

エアライン各社

ありがとうございました !!