

## 23.車載型拡張スキッタ送信機の評価試験

通信・航法・監視領域

上田 栄輔、二瓶 子朗

宮崎 裕己、角張 泰之

企画課

林 一夫

## 発表内容

- 車載型拡張スキッタ送信機の概要
- 東洋無線システム社試作装置の概要
- 評価試験結果について

## 開発の背景

- 空港面の管制支援システムの整備により  
空港面における航空機の監視能力が向上
- 滑走路・誘導路を走行する車両についても  
同時に監視したいとの要望
  - 空港内を走行する車両にも搭載可能な  
車載型拡張スキッタ送信機の開発

# 車載型拡張スキッタ送信機の概要

○拡張スキッタでは、SSR(二次監視レーダー)モードS  
応答信号フォーマットを利用して位置情報を送信

## 拡張スキッタ

制御 8bit	モードSアドレス 24bit	拡張スキッタメッセージ 56bit	パリティ 24bit
移動状態・機首の方位・ステータス情報等 22bit		緯度情報 17bit	経度情報 17bit

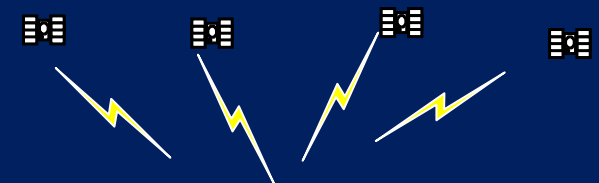
# 車載型拡張スキッタ送信機の概要

○車載型拡張スキッタ送信機とはGPSから得られた位置情報を拡張スキッタ信号にて自動的に送信する**車両搭載型のADS-B送信機**である

○地上受信局側はこの拡張スキッタ信号を解読して位置を出力する  
→この監視方法がADS-B

☆測位精度は被監視側のGPS測位精度に依存する

※ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)



# 試作装置の概要

スキッタ送信アンテナ



GPSアンテナ



送信機本体

## 試作装置の主要緒元

	東洋無線システム社 試作装置
送信周波数	1090 ± 1MHz
送信電力	<b>20W</b>
変調方式	パルス位置変調
送信メッセージ フォーマット	ICAO Annex10 Vol.4
占有帯域幅	14.5MHz以下

# 試作装置の概要

GPSアンテナ

スキッタ送信アンテナ

• 信号変調部  
• 送信タイミングの制御

送信部

GPS受信機

CPUボード

FPGAボード

モードSアドレス  
コールサイン

外部インター  
フェイス

電源部



## マルチラレーションによる測位

○送信されたモードS信号を複数の受信局の  
検出時間差から測位する  
→拡張スキッタも測位可能

☆測位精度は測位対象と受信局の位置関係で  
決まるGDOPに大きく依存する

※GDOP (Geometric Dilution Of Precision) : 幾何学的測定精度



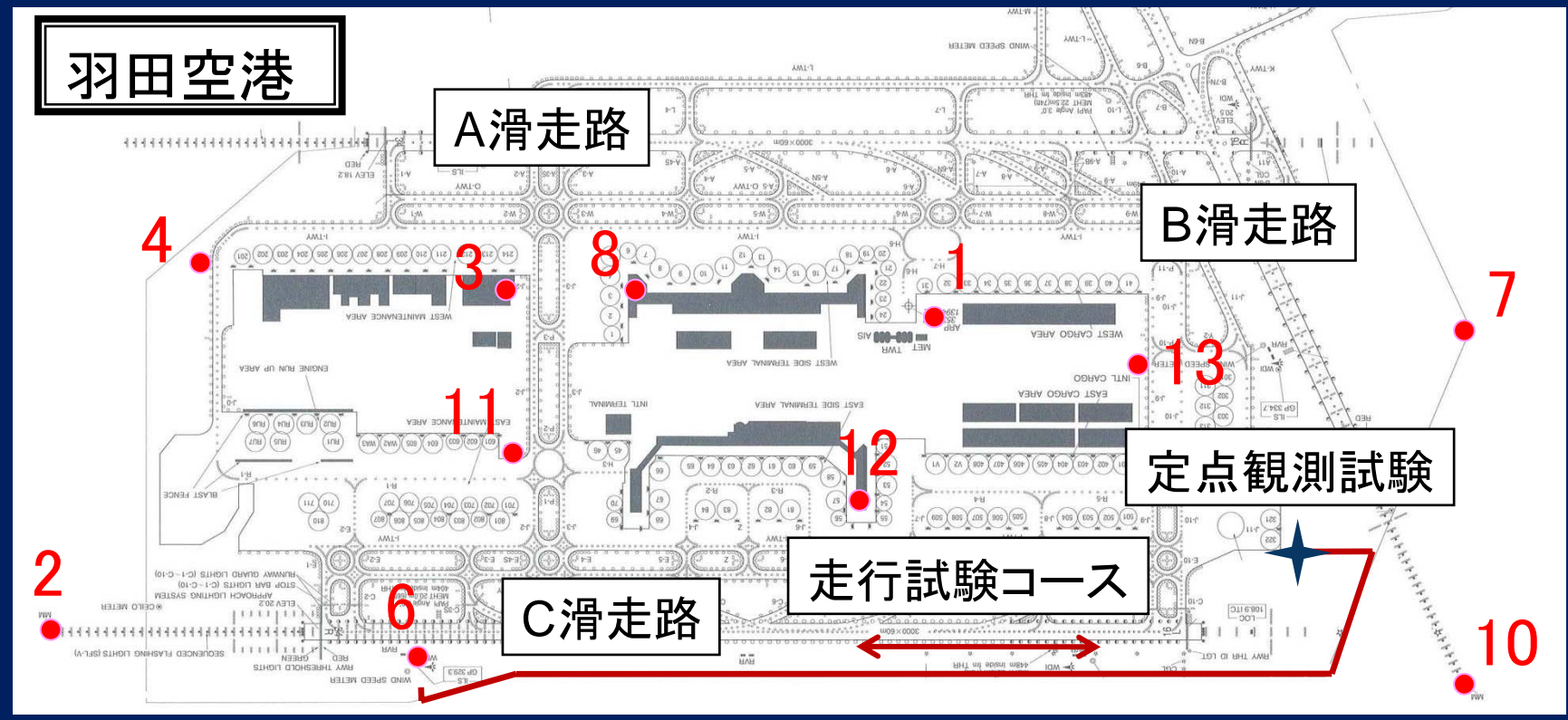
## 評価方法

- 羽田空港のマルチラレーション  
評価装置を利用して評価
- ADS-Bの評価を実施
- 実験用車両による評価  
**走行試験、定点観測試験**
- 位置精度・検出率について  
既製品と比較した評価
- 比較対象となる既製品については  
Era社製「Squid」を選定



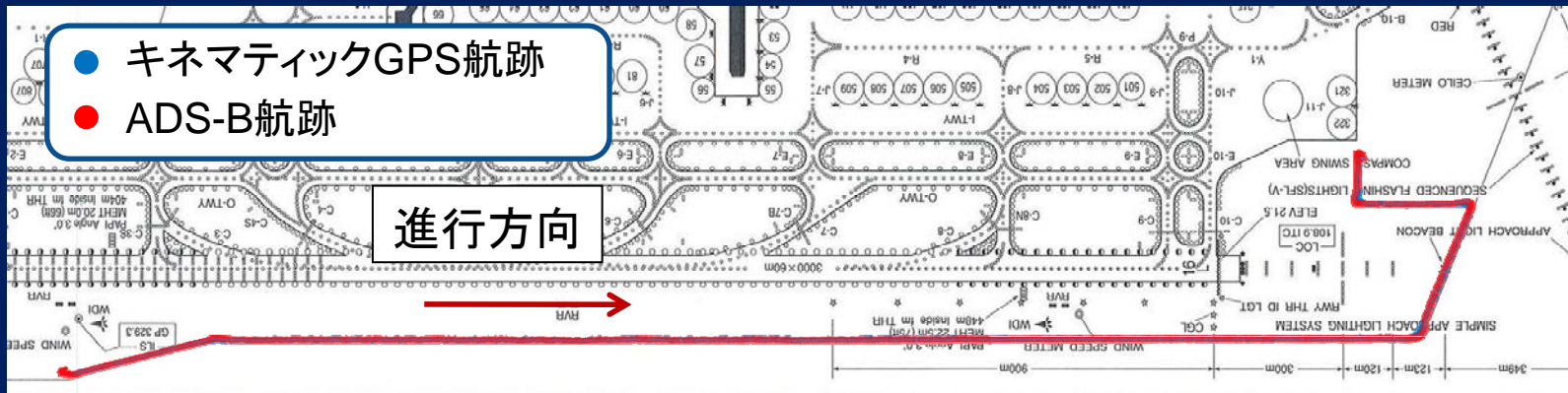
# 走行試験コース及び定点観測場所

○場周道路はマルチラレーションの監視対象エリア外  
 →GDOPは良好ではないが、参考として  
 マルチラレーションによる評価も実施

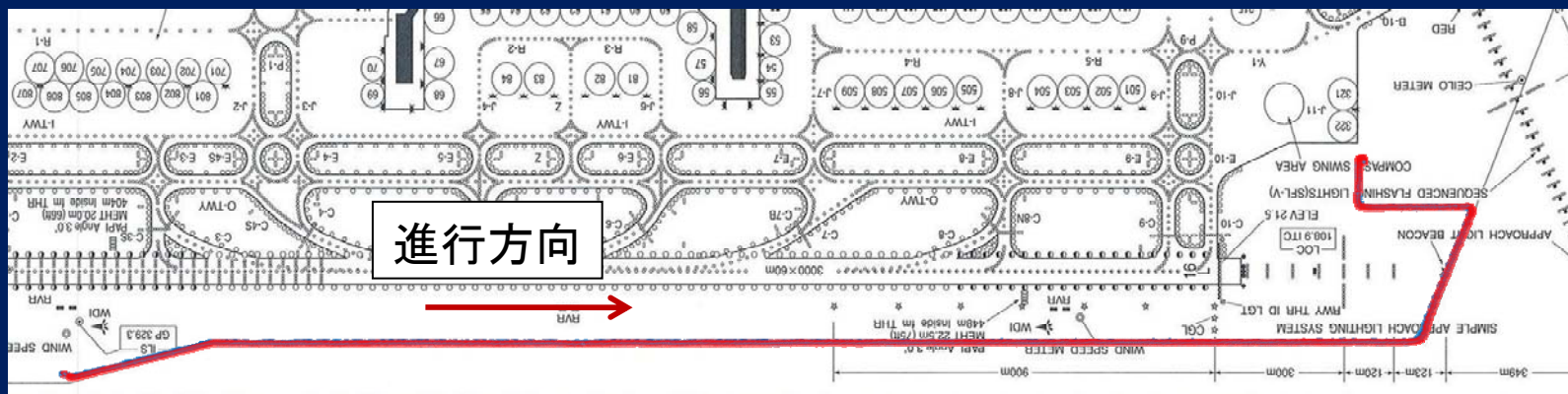


# ADS-B走行航跡

○既製品と同様に良好な航跡



東洋無線システム社



Era社

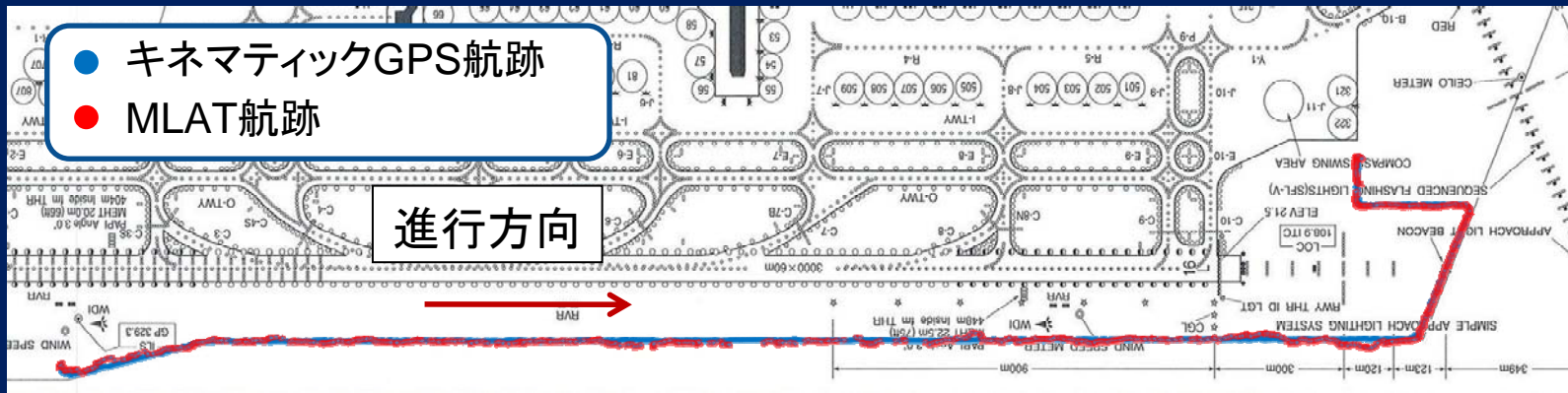
## ○既製品と同等な評価結果

→車載型拡張スキッタ送信機としての  
基本性能は同等な評価結果が得られる

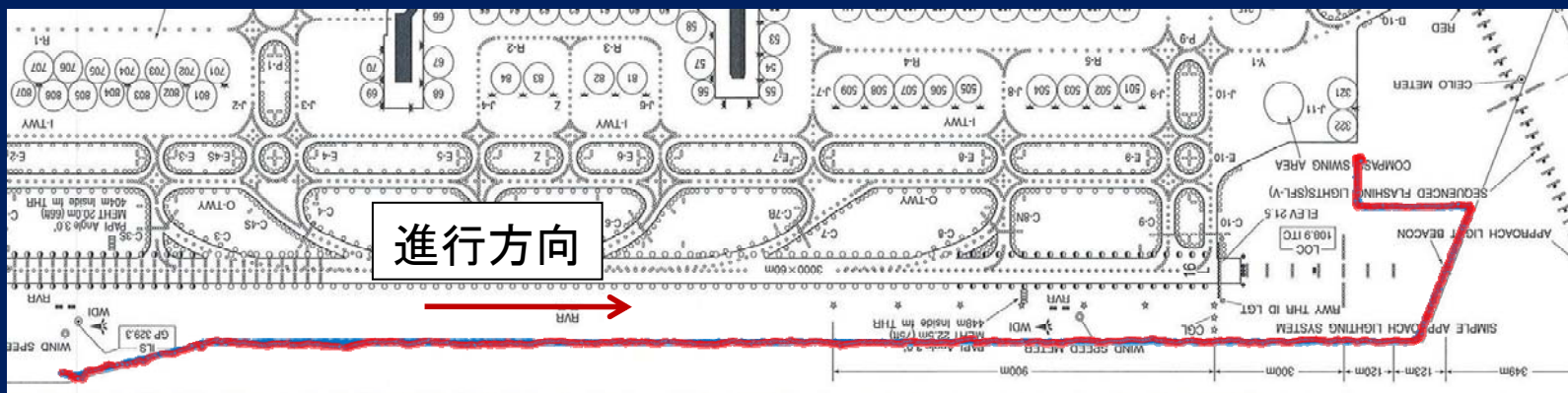
	東洋無線システム社		Era社	
	試作装置		Squid	
	位置精度	検出率	位置精度	検出率
走行試験(往路)	6.6m	100%	5.7m	100%
走行試験(復路)	7.3m	100%	6.1m	100%
定点観測試験	2.7m	100%	4.9m	100%

# MLAT走行航跡(参考)

試作機の方が乱れが若干大きい



東洋無線システム社



Era社

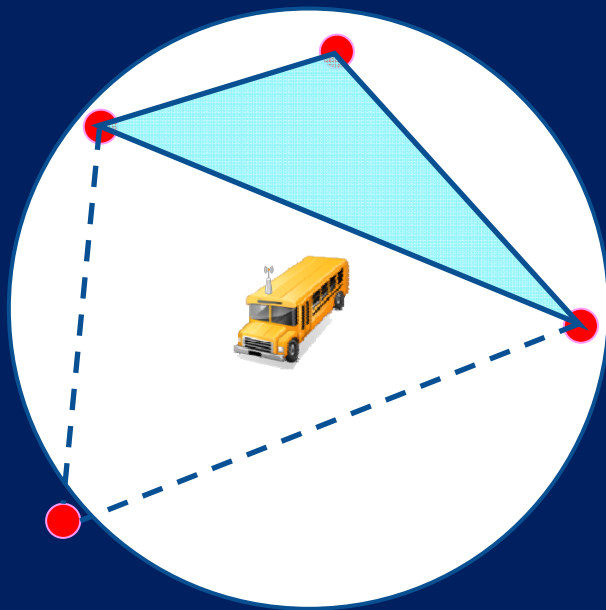
## MLAT評価結果(参考値)

- ・走行試験では一部性能が低下
- ・定点観測試験の評価結果は同等

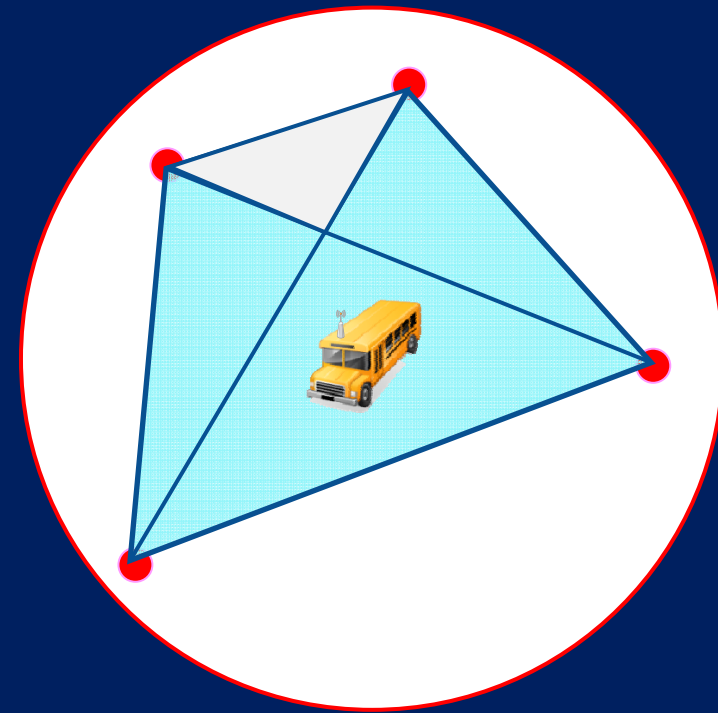
	東洋無線システム社		Era社	
	試作装置		Squid	
	位置精度	検出率	位置精度	検出率
走行試験(往路)	13.7m	96.7%	7.0m	100%
走行試験(復路)	12.2m	99.5%	7.7m	100%
定点観測試験	<b>3.3m</b>	<b>100%</b>	<b>3.7m</b>	<b>100%</b>

## アンテナ放射電力とGDOP

アンテナ放射電力に差があると  
受信局の配置によってはGDOPが低下する



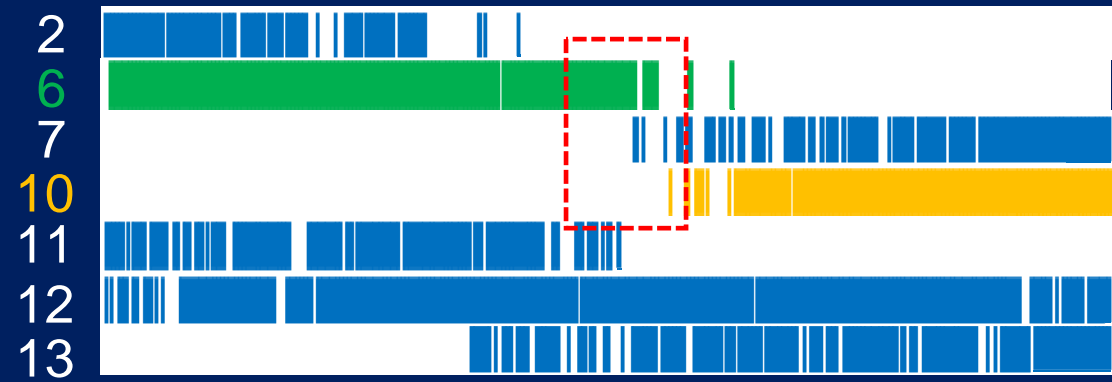
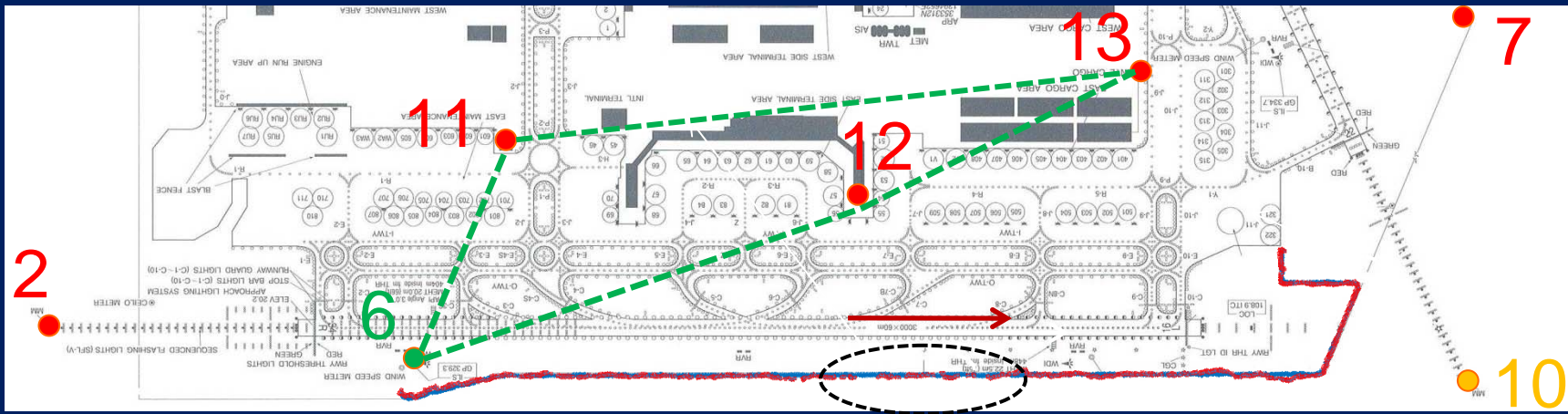
放射電力:小



放射電力:大

# 性能低下の原因

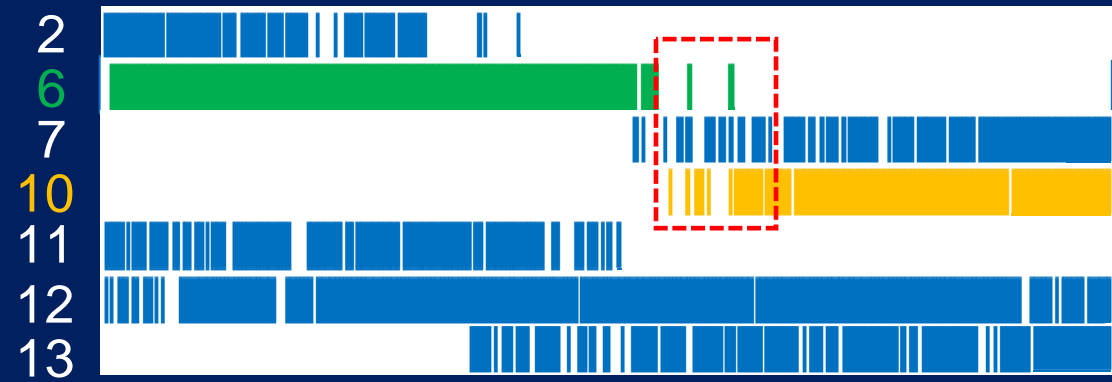
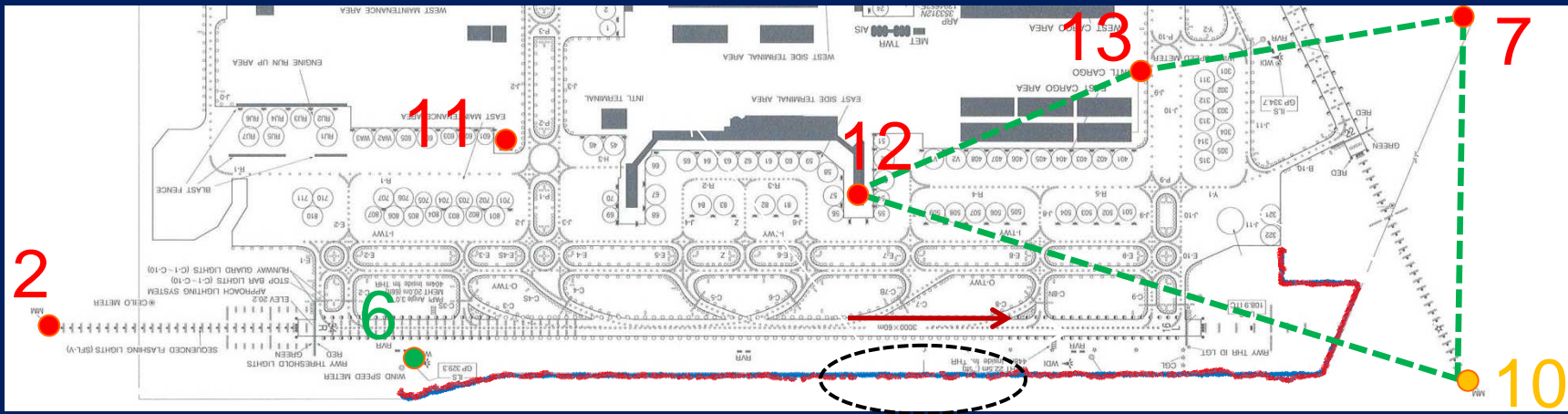
## アンテナ放射電力の差によるGDOPの低下





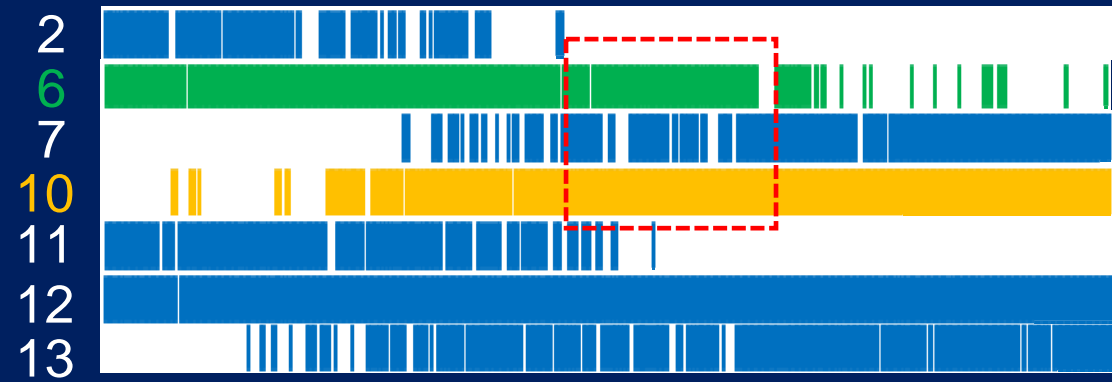
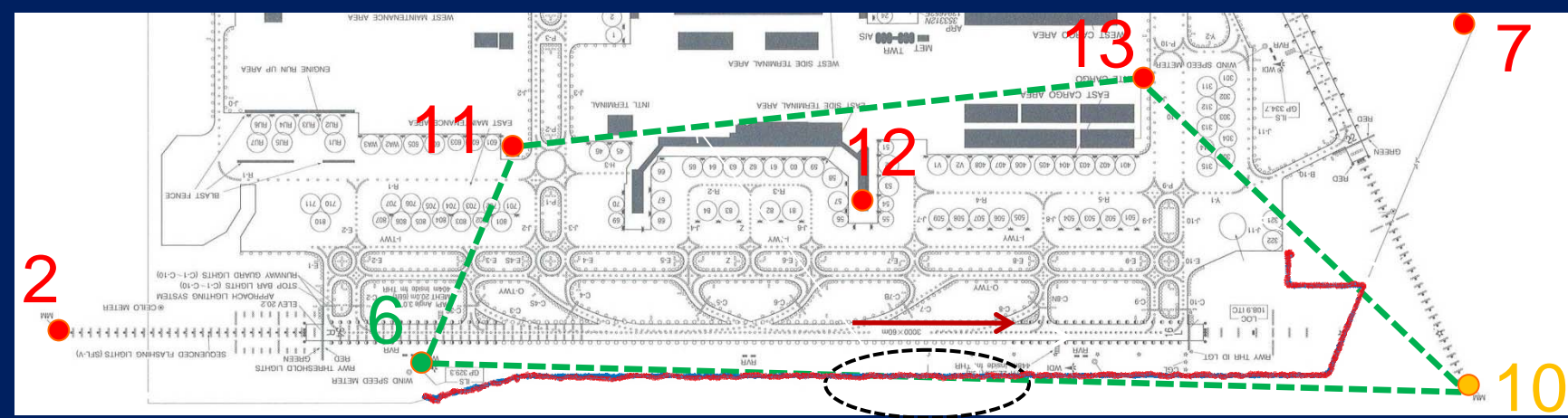
# 性能低下の原因

## 放射電力の差によるGDOPの低下



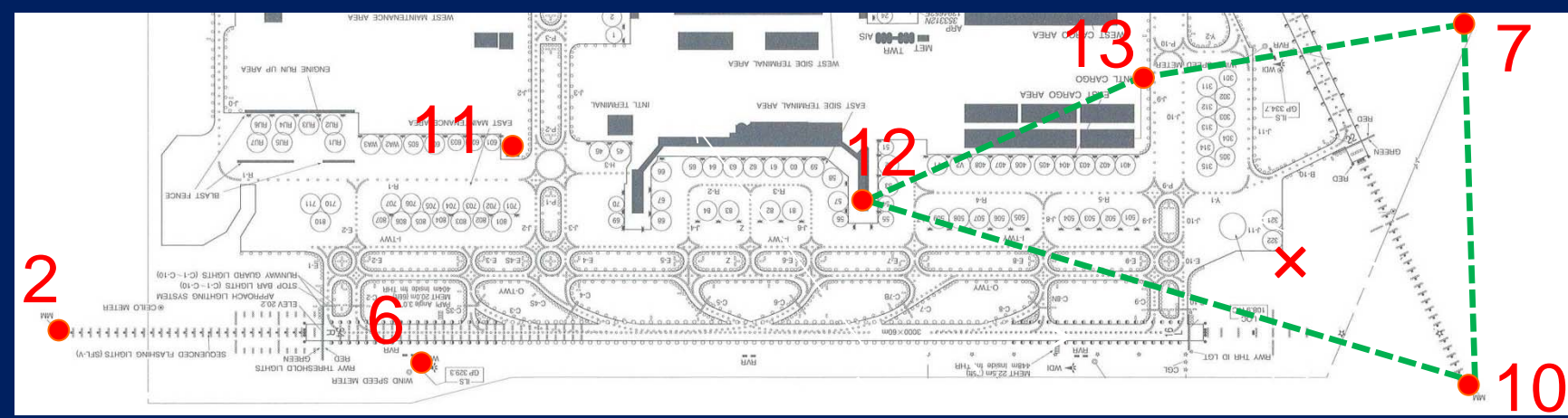
# 性能低下の原因

## 既製品



# 定点観測試験では

○GDOPが同じ条件である定点観測試験  
 →評価結果は同等



	東洋無線システム社		Era社	
	試作装置		Squid	
	位置精度	検出率	位置精度	検出率
定点観測試験	3.3m	100%	3.7m	100%

# 改善点①



送信機とアンテナが分離  
→ケーブル損失が大きい

一体型  
→ケーブル損失が最小限



試作装置



既製品

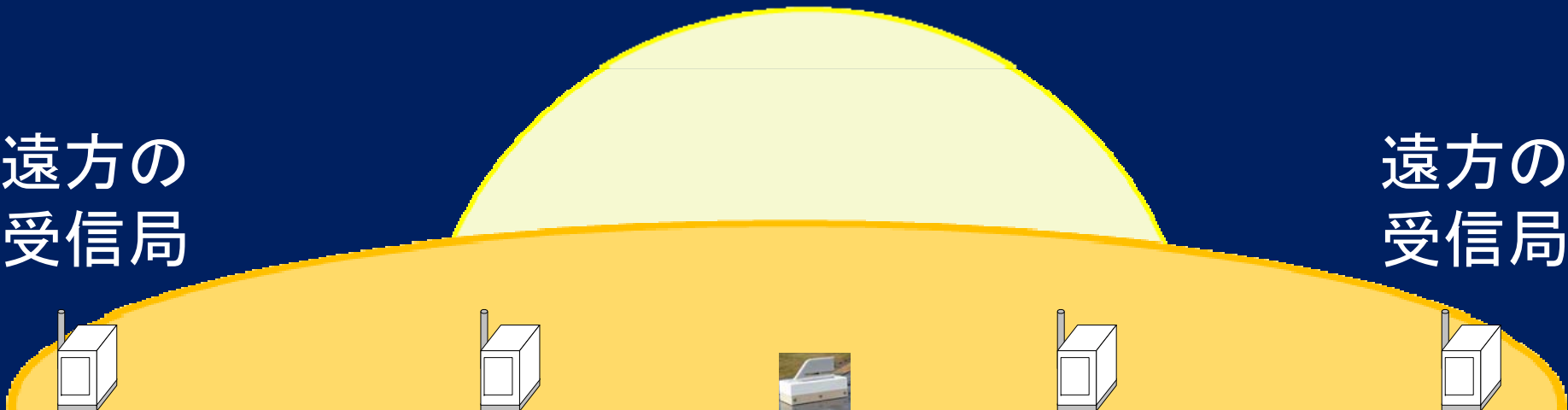
## 改善点一②

○アンテナ放射パターン

→水平方向への絞り込み

遠方の  
受信局

遠方の  
受信局



## まとめ

- 基本機能であるADS-Bにおいては  
既製品と同等な性能結果が得られた
- マルチラレーションにおいても  
送信電力の増加、アンテナ放射  
パターンの見直しにより、既製品と  
同等な性能が期待できる

## 謝辞

実験にご協力いただきました  
東京航空局、東京空港事務所  
関係各位に感謝します