

2015年6月 平成27年度 電子航法研究所研究発表会 (2015年6月4日) 於 電子航法研究所

光ファイバ接続型ミリ波レーダによる 異物探知技術

監視通信領域

二ツ森 俊一

森岡 和行

河村 暁子

岡田 国雄

米本 成人

■ 研究背景と目的

- ∅ 滑走路監視システムの必要性と検出システムの概要

■ 光ファイバ接続型分散レーダシステム

- ∅ 空港面におけるRadio-over-fiber (RoF) 伝送特性
- ∅ 光ファイバ接続型ミリ波レーダシステム
- ∅ 仙台空港レーダ探知実験

■ まとめと今後の予定

研究背景

チタン製金属板 (42 cm x 3 cm)

→3分前に離陸した航空機より脱落

→金属板が燃料タンクに穴

- コンコルドの事故-
仏、ル・モンド紙より



異物 (FOD、Foreign object debris) を
早期に発見できるシステムへの要望高



日本の繁忙空港

- 羽田(主として国内線)、成田(主として国際線)両空港では日本の全旅客数の60 %が利用
- 両空港とも、1日2回の定時点検を実施 (通常、運用前と運用中のどこか)
- その他、バードストライク等により、年間百回以上の臨時点検

→実効的な空港運用時間の減少

FOD検出システムの国際動向

- 英国、シンガポール、イスラエル製をはじめとする、評価運用機器の登場
- 使用するセンサーにより、得手・不得手がある。
- 多様なニーズへの対応、導入後の運用方法の策定の必要性

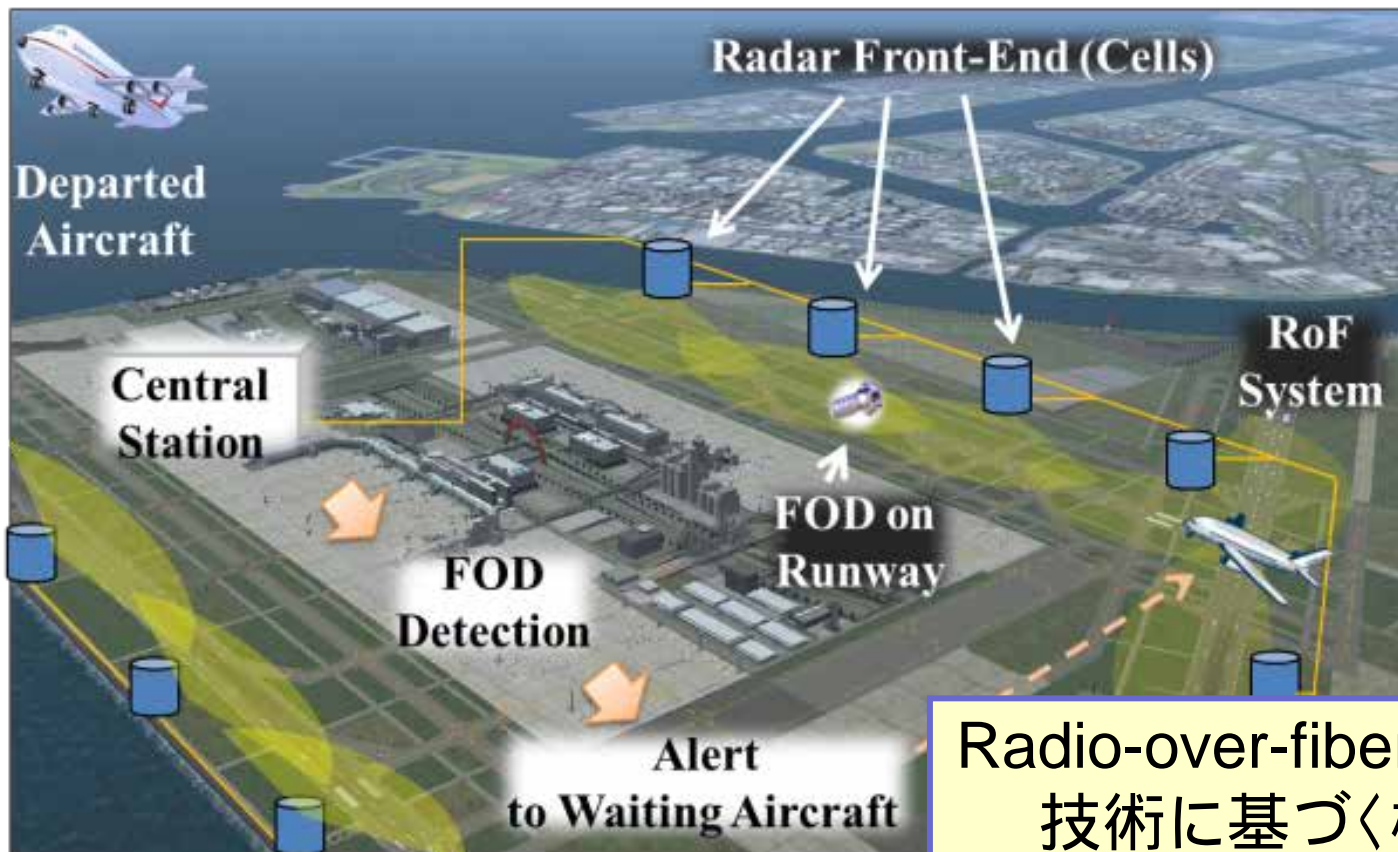
→EUROCAE等で最低性能基準を検討中(最終段階)

■ 本研究の目的

空港運用者のニーズに合わせた
滑走路監視システムの開発・評価

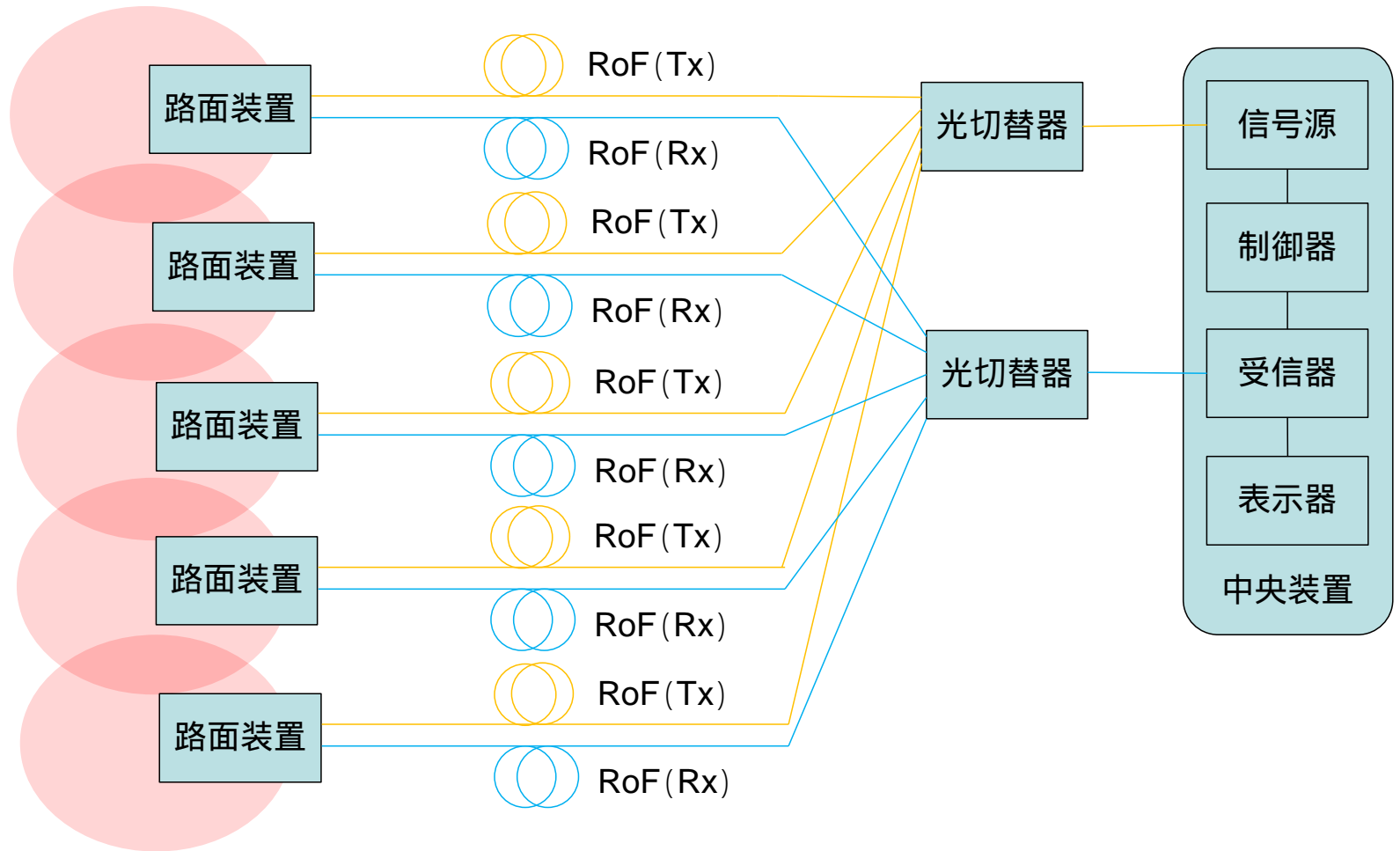
新しい滑走路監視システム

- 滑走路上の小異物を検出するセンサシステム
- 直径3 cm程度の小さな金属片を高分解能で検出
- 24時間365日、全天候で運用し、設置、性能要件に制約多い



Radio-over-fiber (RoF)
技術に基づく構成

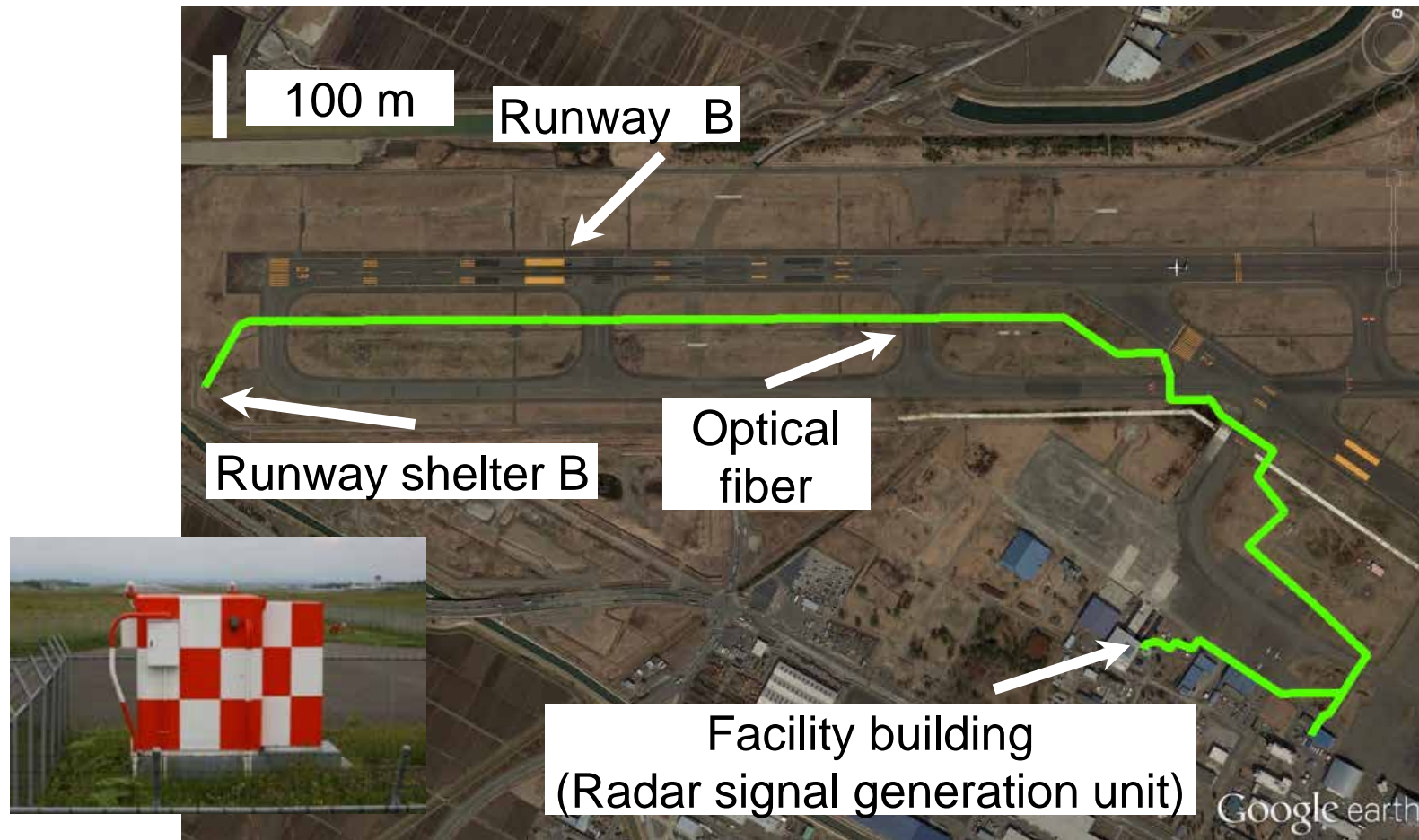
光ファイバ接続型ミリ波レーダシステム



高価な中央装置の数を減らして低コスト化

仙台空港におけるRoF伝送特性

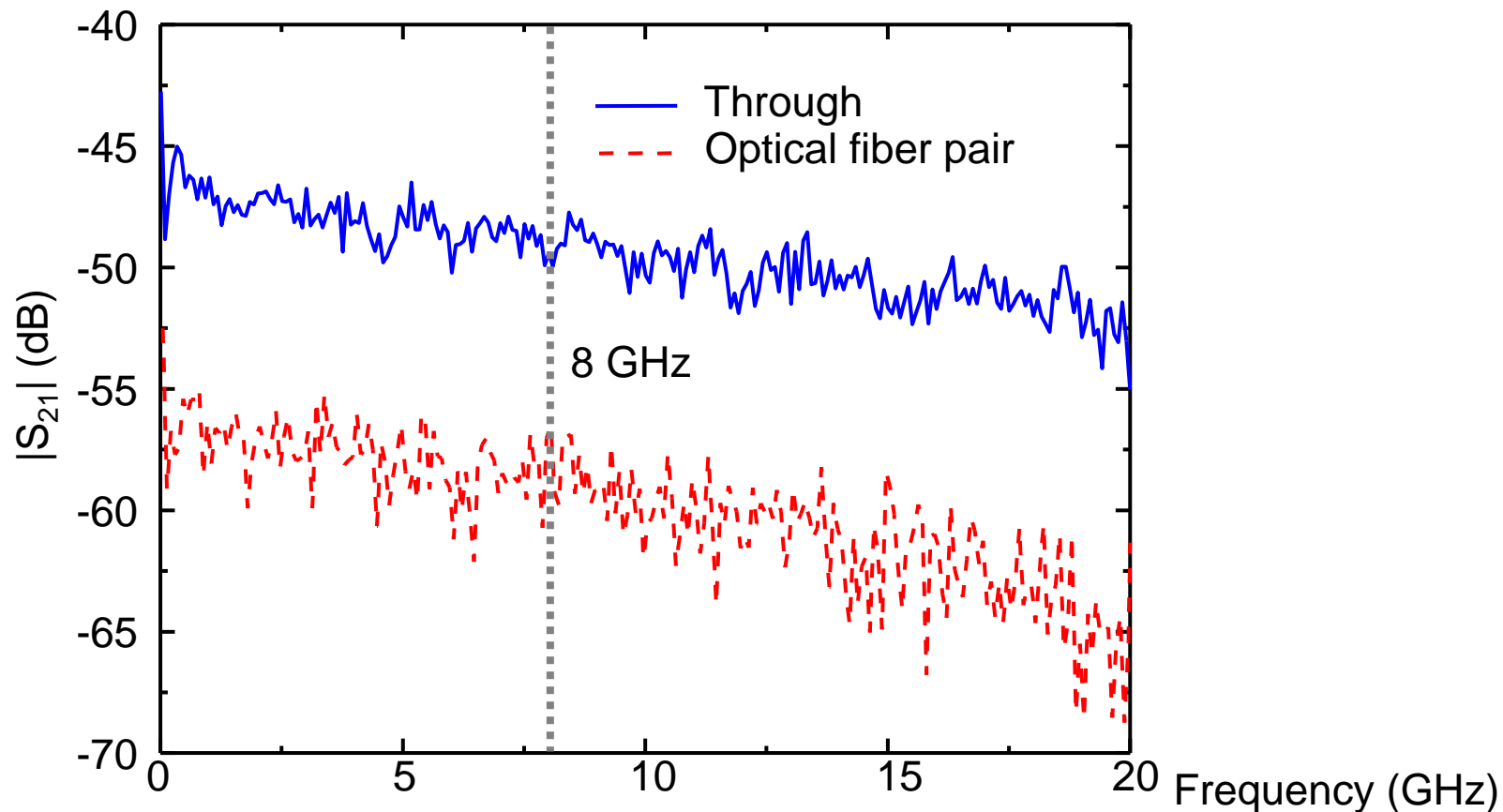
■ 空港環境における光ファイバ無線伝送特性評価



レーダ信号源から滑走路脇シェルタまでの距離は2,950 m

RoF伝送特性測定結果

■ E/O変換器およびO/E変換器を含めた $|S_{21}|$ 特性

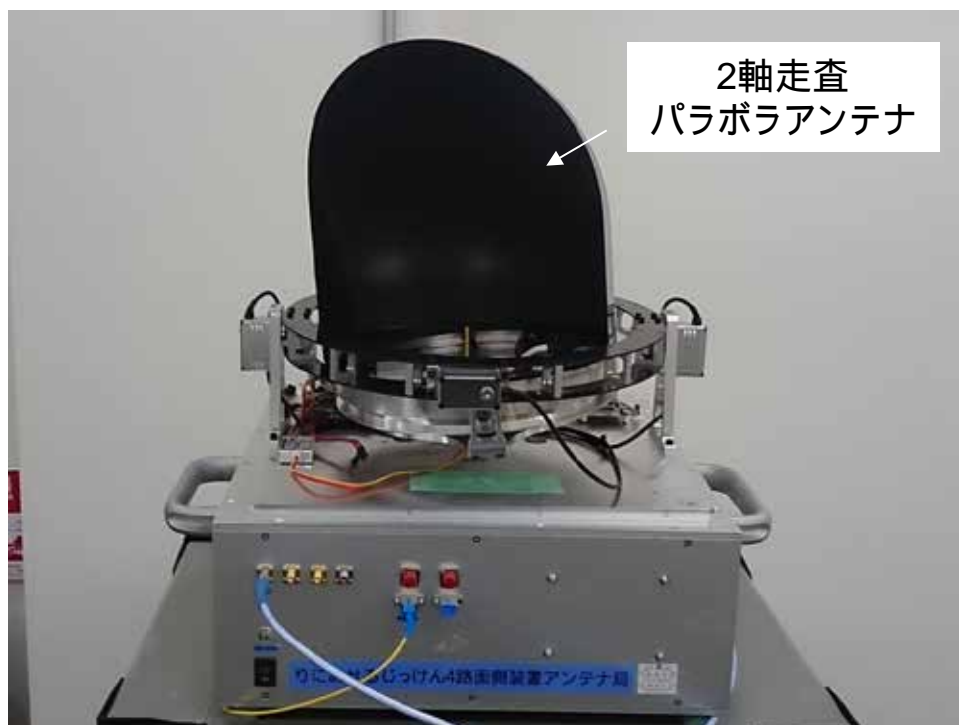


光ファイバによる損失は8 GHz帯において約10 dB

路面装置アンテナ局の概観

■ 概要

- 最大送信電力400 mWの高出力型アンテナ局
- 送信帯域幅8 GHzの広帯域アンテナ局



試験用ミリ波レーダ仕様
(高出力型アンテナ局)

周波数: 95.5 ~ 96.5 GHz

信号帯域幅: 1 GHz

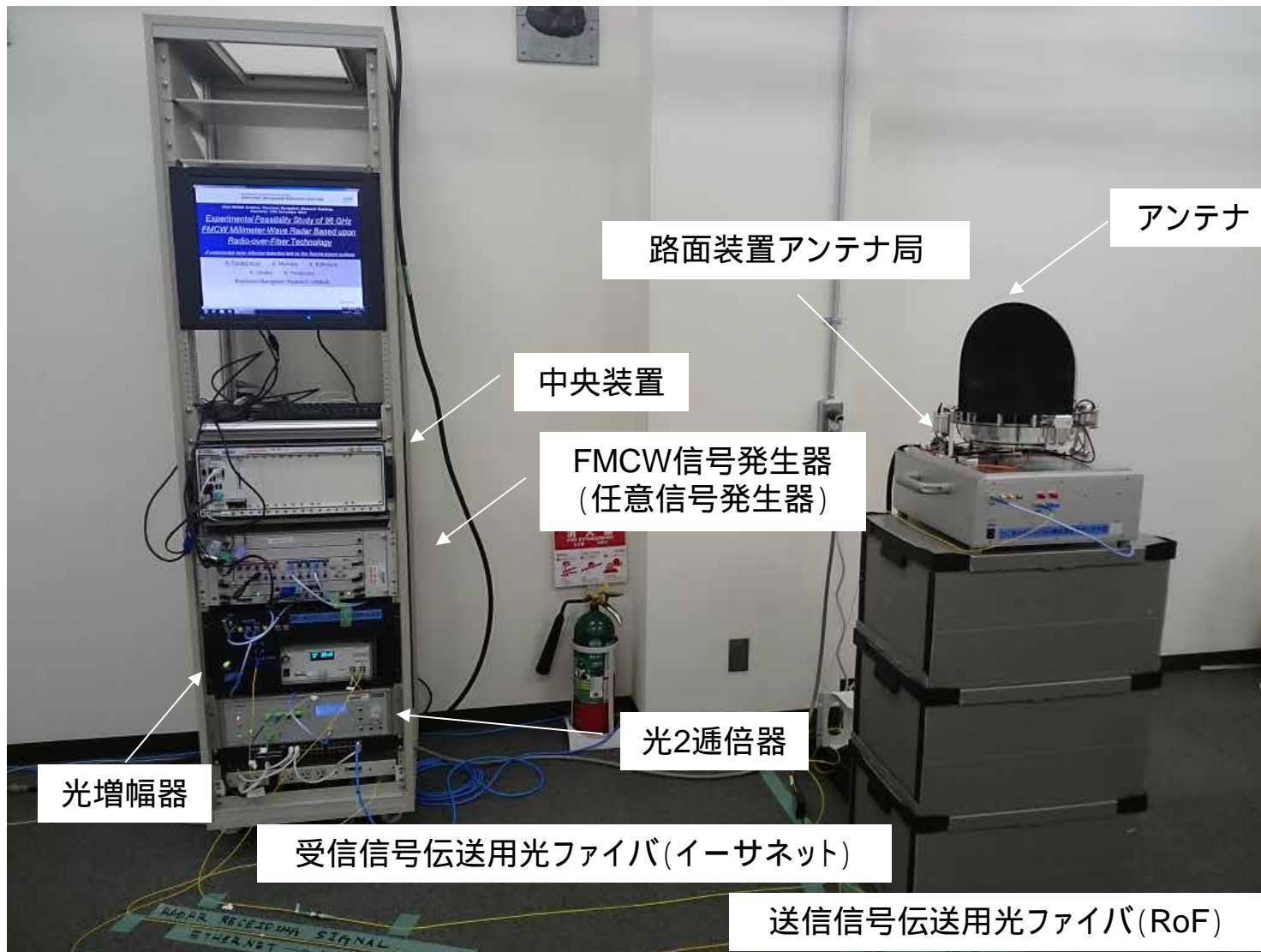
出力: 26 dBm

アンテナ利得: 42 dBi

広帯域アンテナ局は信号帯域幅
8 GHz帯で出力17 dBm

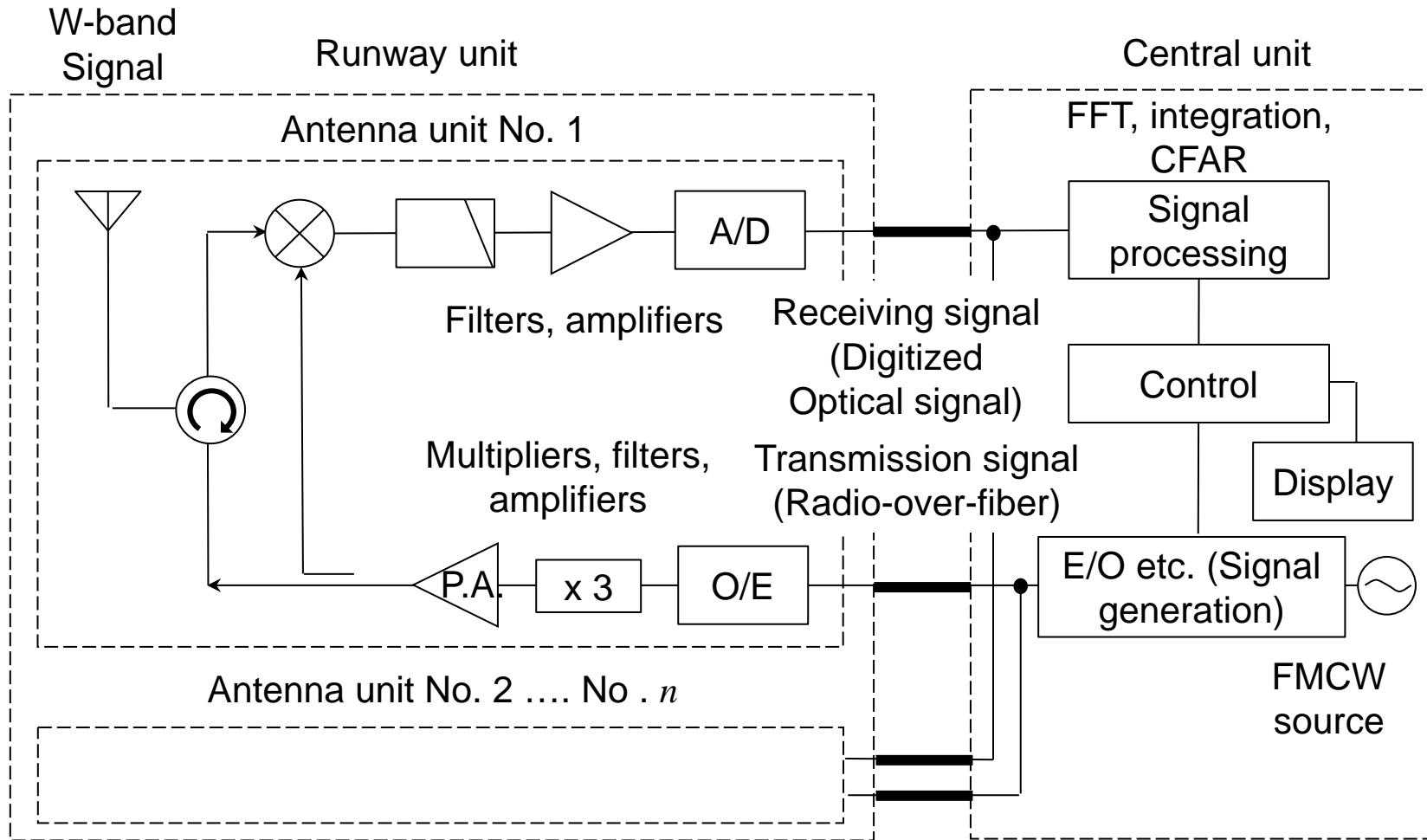
要素技術検討用に2種の異なる路面側装置アンテナ局を試作

レーダシステム概観



レーダシステムブロック図

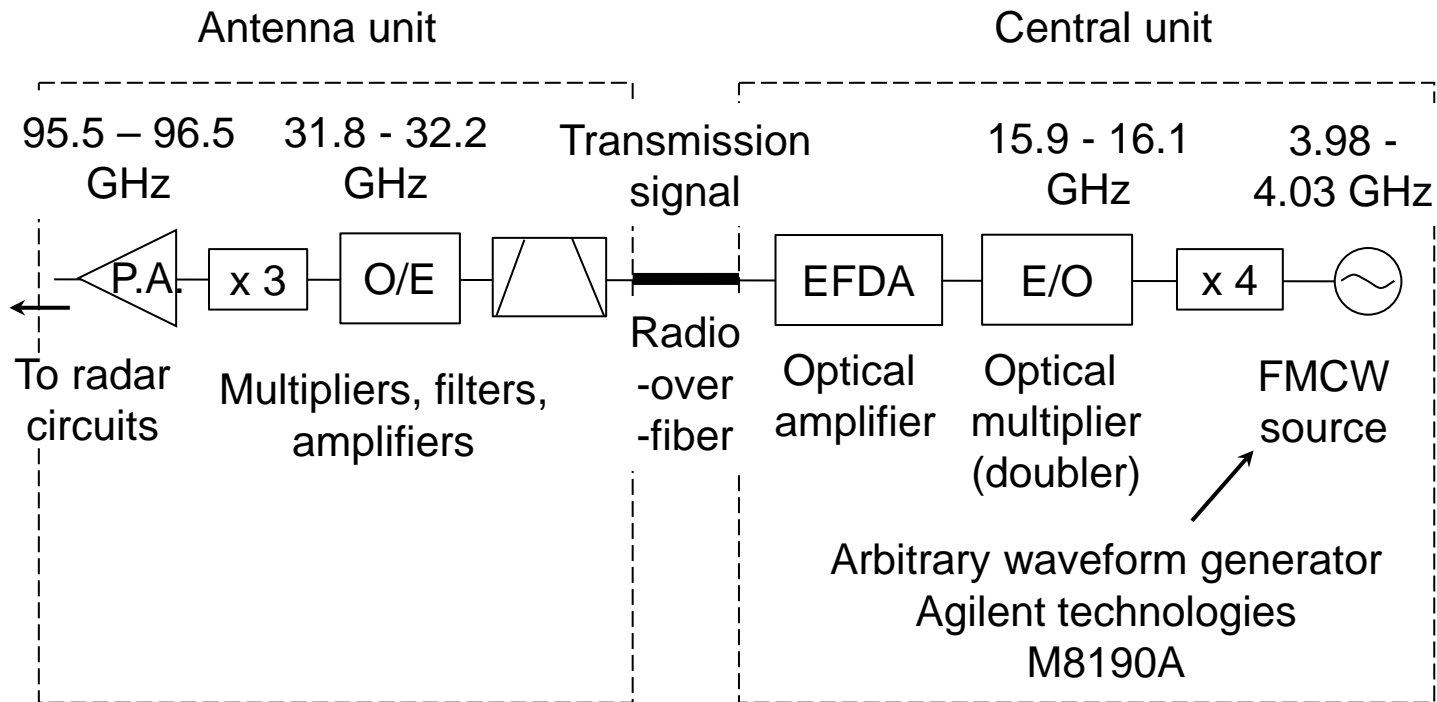
■ 光ファイバ接続型ミリ波レーダシステム



高速FMCW信号生成

■ FMCW送信信号生成系

○ 光搬送波抑圧変調方式を用いて光長距離伝送を実現



中央装置で光逓倍器および光増幅器を用い、アンテナ装置を簡略化

仙台空港レーダ探知実験

■ FPGAを用いたレーダ高速信号処理技術

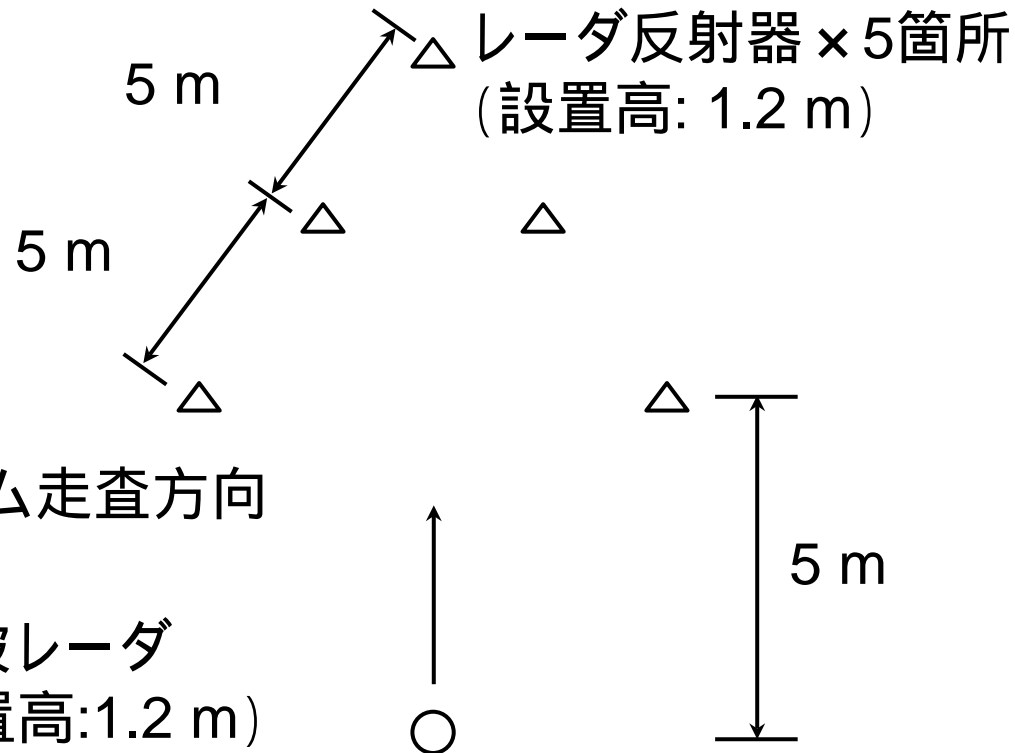
- FFTを毎秒最大10,000回行い、毎秒2回のリアルタイムPPIスコープを描画
- 2から65,536まで回数を変化可能なノンコヒーレント積分回路を実装

CFAR (Constant False Alarm Rate) によるしきい値判定演算処理を実装

レーダ反射器:
三角コーナリフレクタ
30 dBsm@96 GHz
指向性 ± 45度

ビーム走査方向

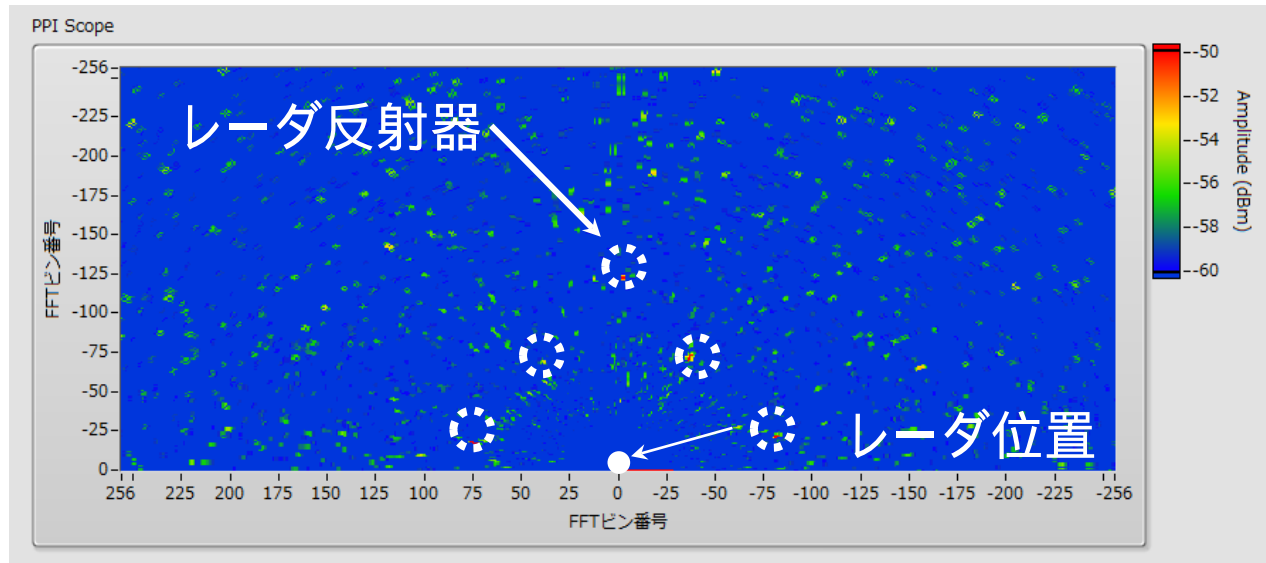
ミリ波レーダ
(設置高:1.2 m)



信号処理有効性の確認

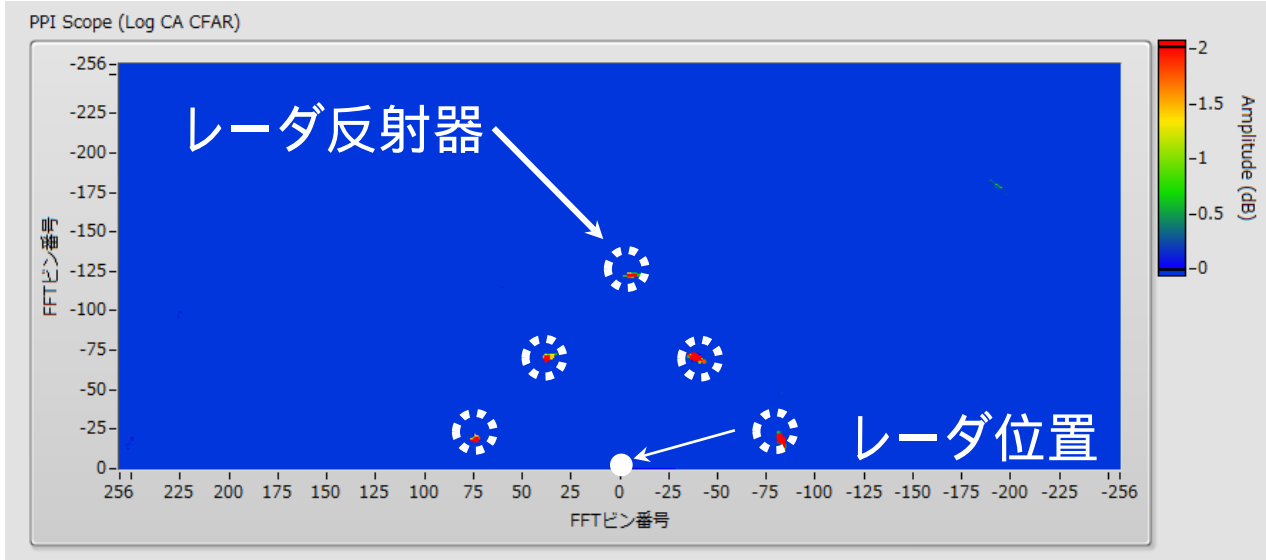
■ 信号処理なし

ノンコヒーレント積分:
なし
CFAR:
なし



■ 信号処理あり

ノンコヒーレント積分:
32回
CFAR:
あり (Log CA CFAR)



まとめと今後の予定

■ まとめ

- 光ファイバ接続型ミリ波レーダによる異物探知技術

光ファイバ接続型ミリ波レーダについて、空港面RoF伝送特性を評価し、異物探知応用に適した構成でレーダシステムを試作

要素技術検討のため、送信電力400 mWの高出力型アンテナ局
および送信帯域幅8 GHzの広帯域アンテナ局を構築

構築した試作ミリ波レーダシステムを用い、高速FPGA信号処理回路を適用することで、探知試験において対象物明確化を実現

■ 今後の予定

- 探知目標達成のため、レーダ要素回路の改善
- レーダとカメラを組み合わせた異物探知システムの検討

仙台空港レーダ探知試験 (提供: 日立製作所)



タバコは大きさの目安を示す

謝辞

- 本研究の一部は、総務省からの受託研究「90 GHzリニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」により実施された。



総務省

Ministry of Internal Affairs and Communications