

平成27年度(第15回)電子航法研究所発表会

新石垣空港におけるVDBの覆域評価

航法システム領域

○ 毛塚敦, 齋藤享, 吉原貴之
A. Kezuka, S. saito, T. Yoshihara

2015年6月5日



国立研究開発法人 **電子航法研究所**
Electronic Navigation Research Institute

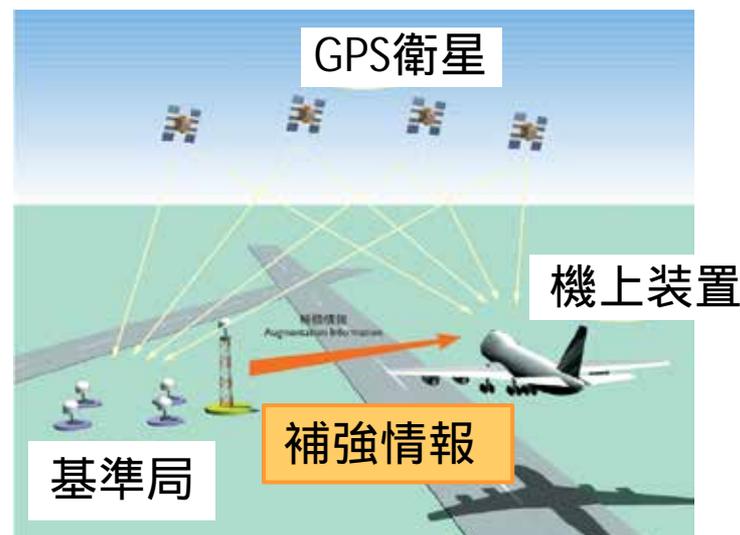
GBAS (Ground Based Augmentation System)

Ø 地上型衛星航法補強システム

Ø 機器構成

- ・ 基準局 (4局)
- ・ データ処理装置
- ・ VDB (VHF Data Broadcast)
送信機およびアンテナ

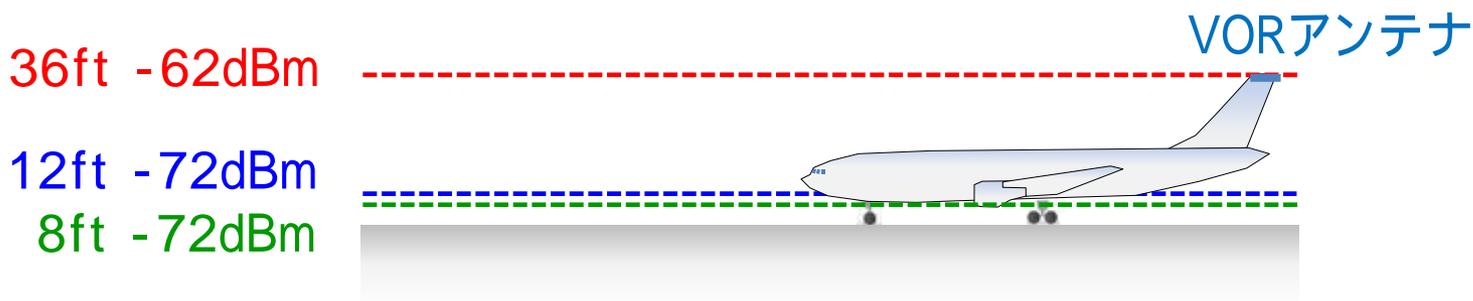
機体に対して
DGPS補正值
インテグリティ情報
経路情報
を送信



実験用プロトタイプ(GAST-D)を新石垣空港に設置

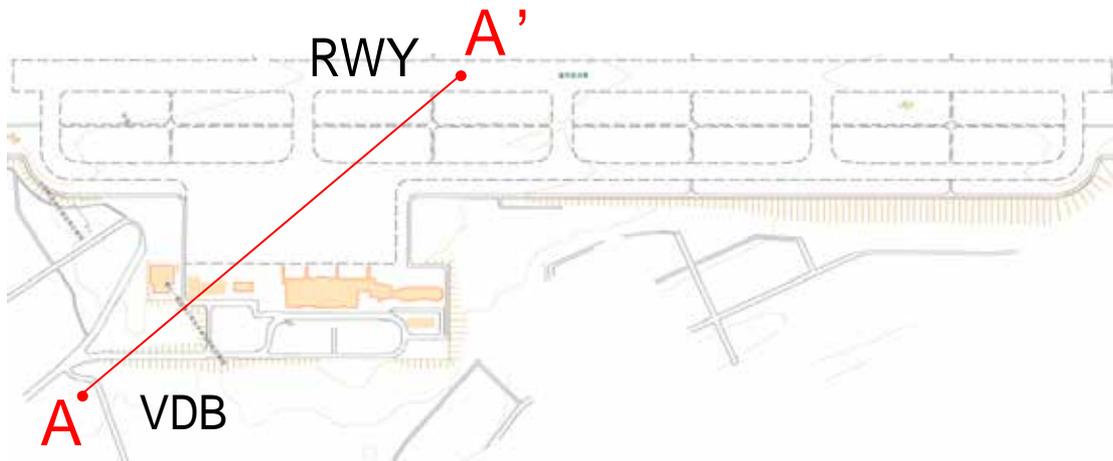
滑走路面上VDB覆域への要求(GAST-D)

- オートランドとロールアウトをサポート
滑走路面上12ftにて、-72dBm以上の電界強度
- アンテナがランディングギア付近に取り付けられる場合を考慮
滑走路面上8ftでも実現
- 垂直尾翼のVORアンテナの使用を考慮
滑走路面上36ftにて-62dBm以上の電界強度



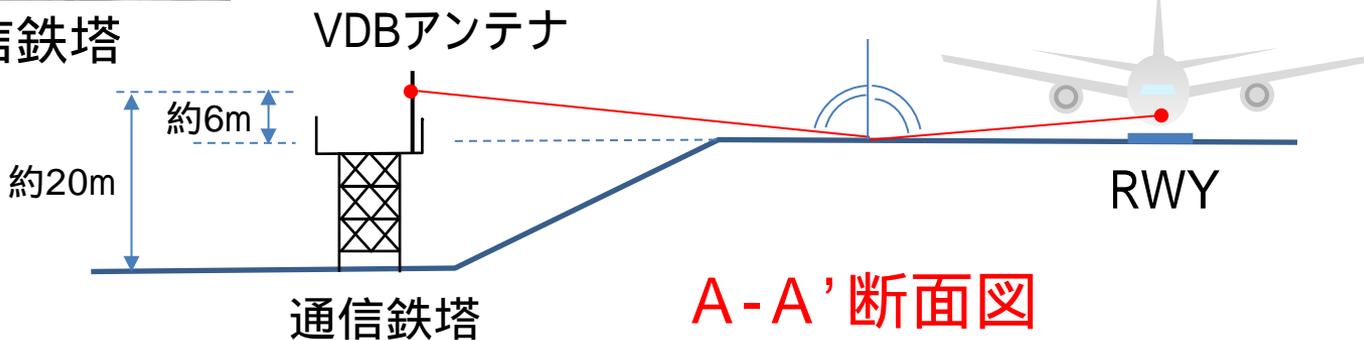
新石垣空港における滑走路面上覆域を実験および電波伝搬シミュレーションにより調査(8,12feet)

新石垣空港におけるVDBの設置位置



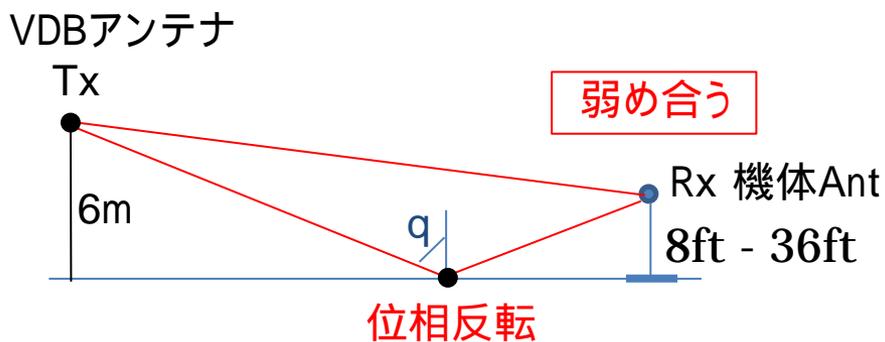
アンテナ素子

通信鉄塔



VDBアンテナをTSR鉄塔上に設置しているが、地形により入射角が極めて大(90deg)

GBAS設置における課題



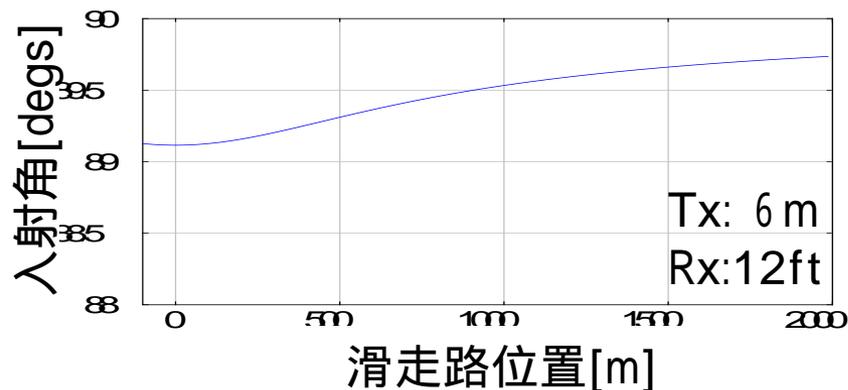
地面反射による減衰計算モデル
(建物なし、平坦な地面)

$$q > 89\text{deg}$$

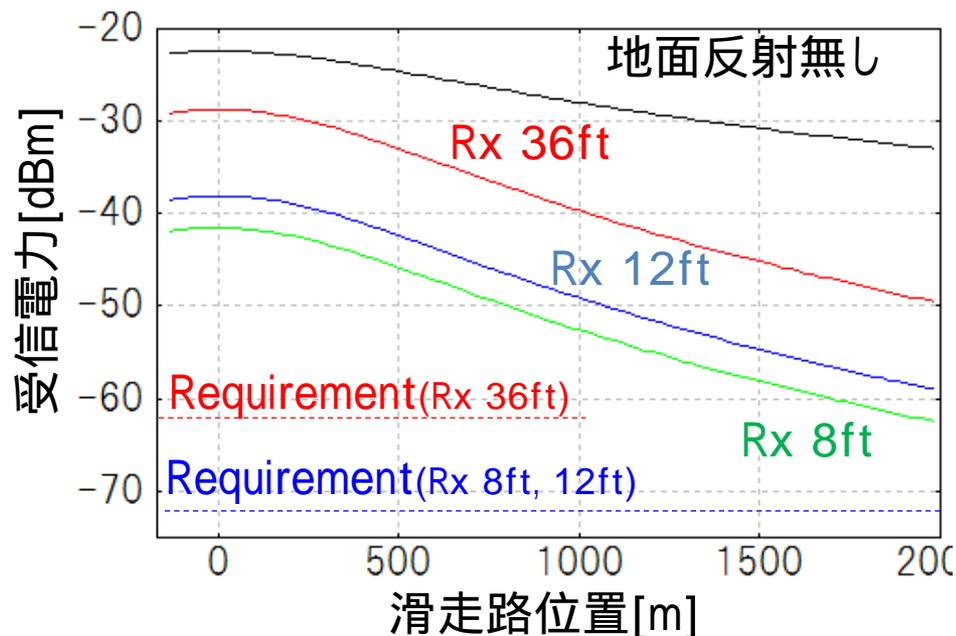
$$\text{反射係数} \approx 1$$

○ 地面反射時に位相が反転し、行路長差が小さいため、受信電力が大きく減衰

○ 減衰するが、仕様を満足

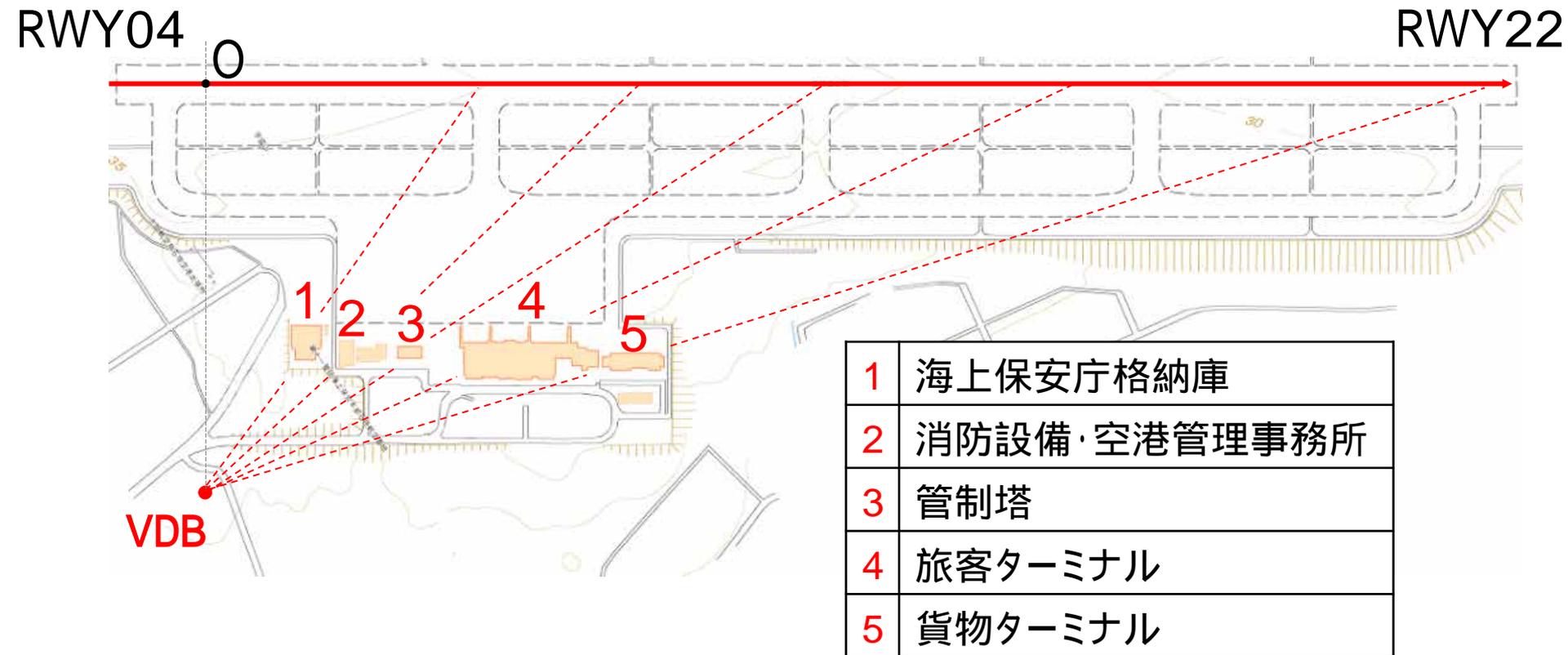


新石垣空港に設置したVDBの入射角



地面反射による受信電力の低下(TX6m)

新石垣空港におけるVDBの設置状況



VDBアンテナと滑走路間には複数の建物が存在する
アンテナから機体アンテナを直接見通せない

車両走行による滑走路面上覆域評価



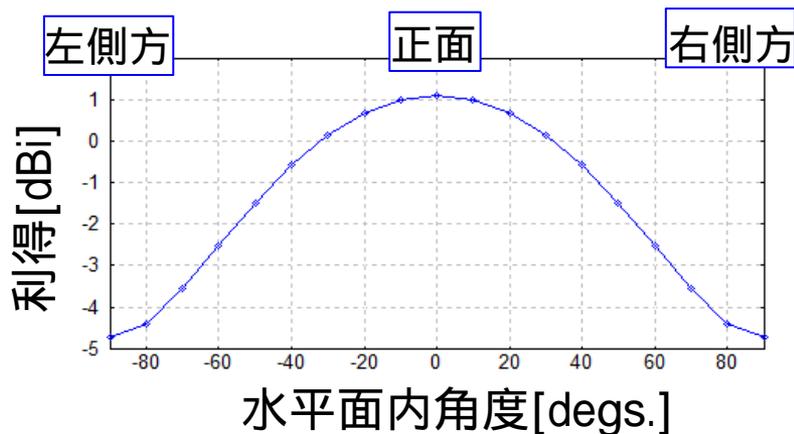
8feet



V字ダイポールアンテナ

GPSアンテナ

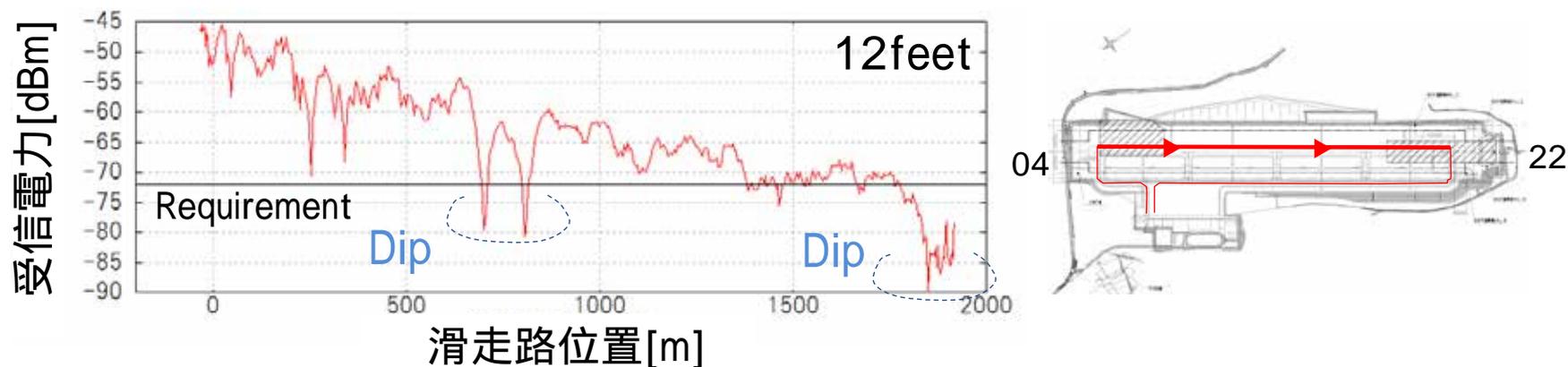
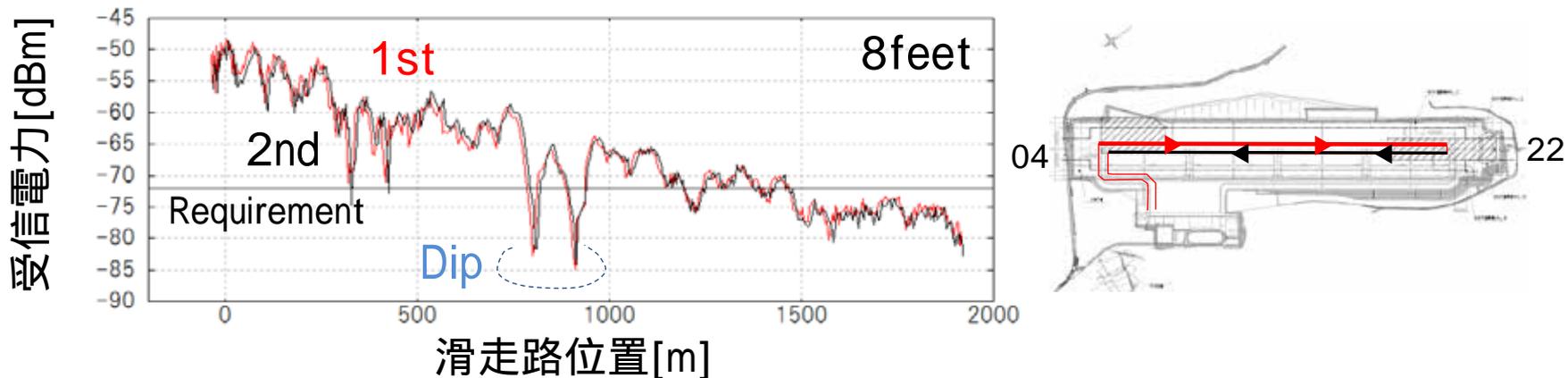
12feet



V字ダイポールアンテナ指向性

- アンテナパターンの利得変動を補正
- GPSにより車体位置計測
- ステーションワゴンにより車体の影響低減

滑走路面上覆域測定結果



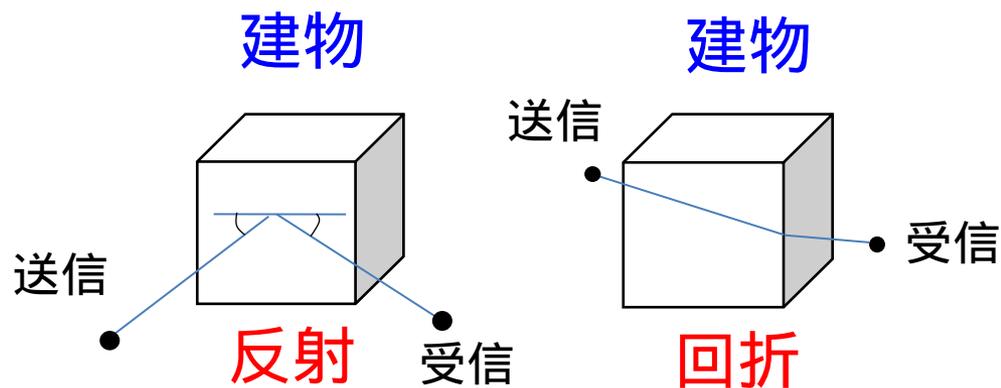
○ 1回目と2回目の測定結果が極めて一致 測定の再現性良好

○ Dip(レベル落ち込み)部分により、大幅な仕様未達

電波伝搬シミュレーションにより劣化要因の追究

レイトレース法

(RapLab)

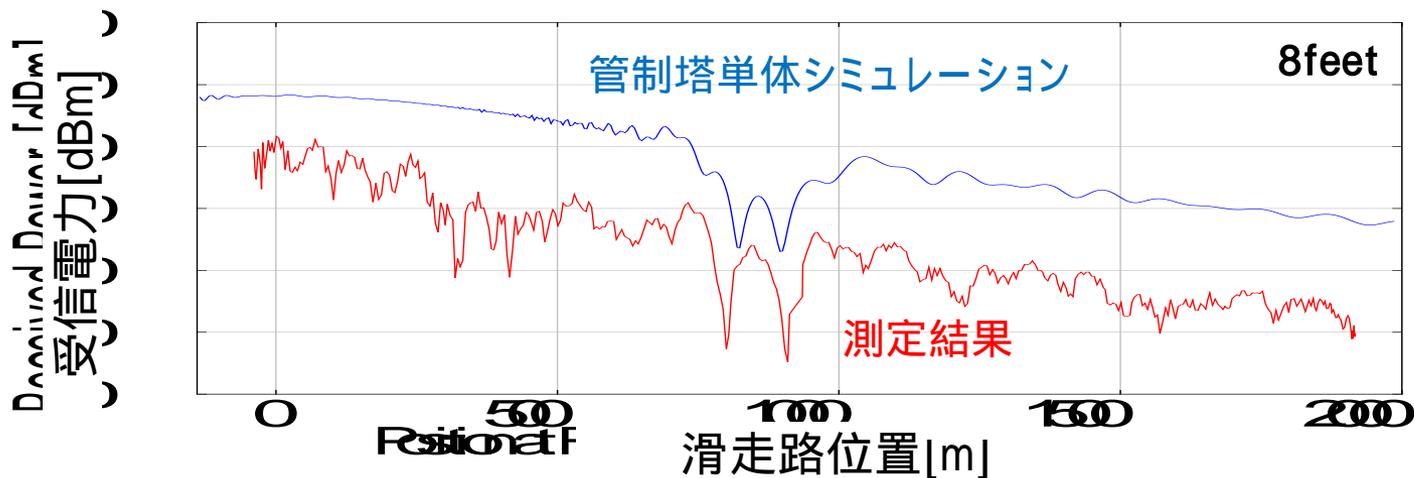
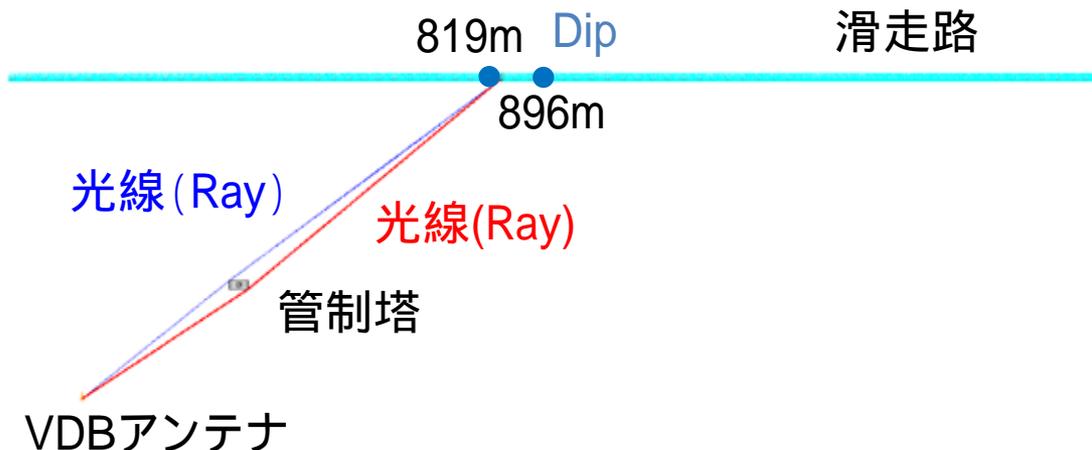


建物による反射・回折

計算方法

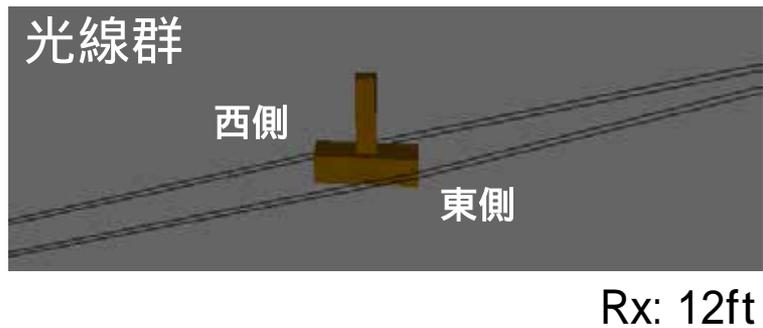
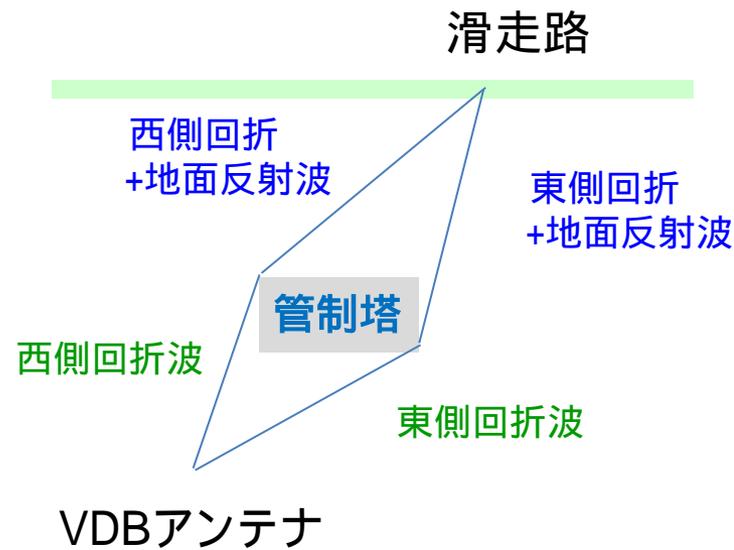
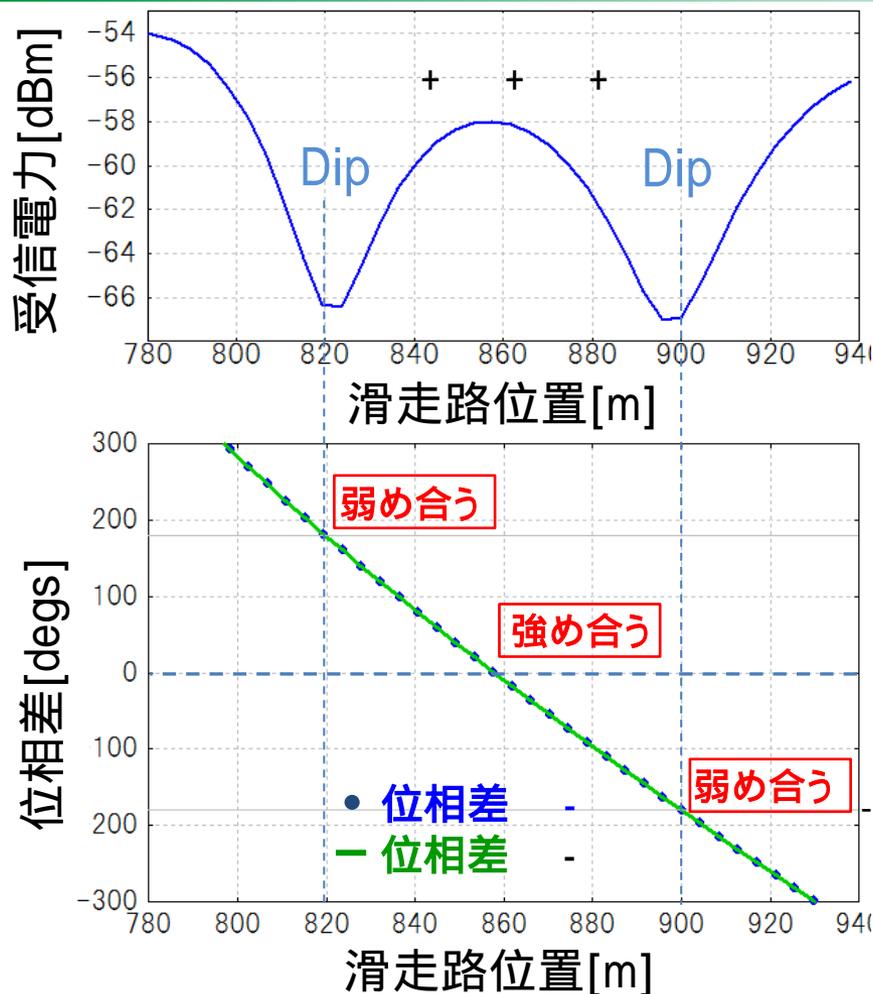
電波の多重波伝搬を幾何光学的な光線追跡により表し、送信アンテナから出射した光線が反射・回折をしたのちに受信点に到達する過程をシミュレーションする

シミュレーションによる劣化要因解明(1)



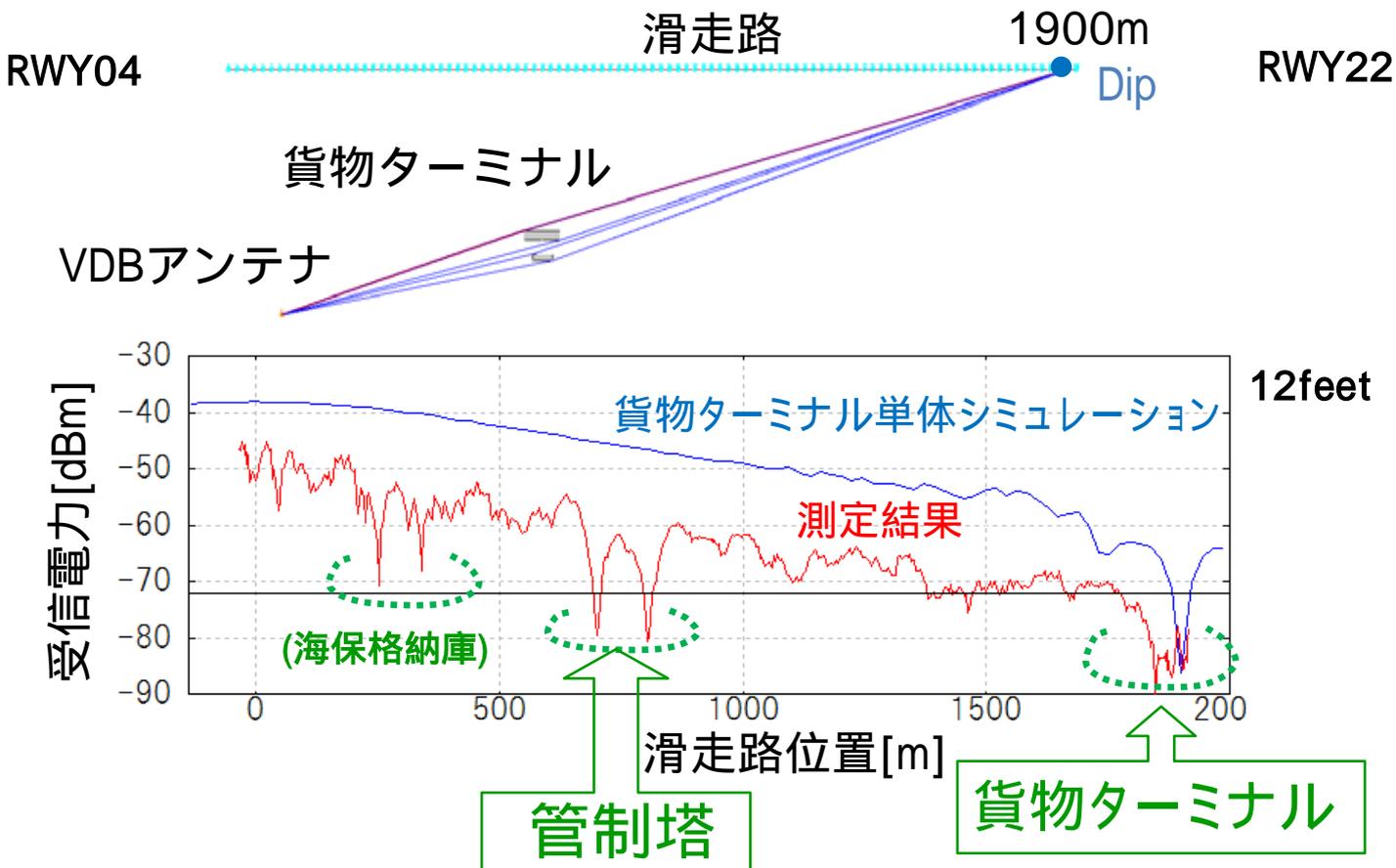
管制塔(単体)モデルでのシミュレーション結果において、DIPが発生
DIPの発生原因が管制塔であることが判明

管制塔によるDIP発生メカニズム



東側を通る光線と西側を通る光線の位相差がDIP位置で180度
建物両側を通る光線の打ち消し合い(位相差180度)が原因

シミュレーションによる劣化要因解明(2)



貨物ターミナル(単体)モデルでのシミュレーション結果において、DIPが発生
RWY22側のDIP発生原因が貨物ターミナルであることが判明

電波伝搬シミュレーションにより滑走路面上覆域の劣化要因を究明

新石垣空港に設置したGBASプロトタイプの滑走路面上覆域を実験および電波伝搬シミュレーションにより調査

結果まとめ

- 測定結果より、大きな落ち込みが数箇所発生することにより覆域要件未達
- 電波伝搬シミュレーションにより、劣化要因を明らかにした

今後の予定

- 複数建物・地形・その他構造物を考慮した高精度なシミュレーション手法確立
VDB設置位置選定の際の評価手法とする
複数滑走路に対する最適設置方法探索

謝辞 本研究を進めるにあたり、実験およびシミュレーションにて多大なご支援を頂きました国土交通省航空局、新石垣空港管理事務所、海上保安庁石垣航空基地の関係各位に深く感謝申し上げます。