

## マイクロ波帯郊外エリア中距離伝搬モデルの一検討

佐藤 明雄(東京工科大) 北 直樹(NTT) 森 大典(NTT-AT)

### 概要

5GHz帯が屋外FWA等で利用可能になり、NWA利用のような短距離だけでなく、10km程度の距離まで適用できれば更なる発展が期待できる。特に郊外地ではユーザーが散在することからゾーン長の延伸性が重要である。本検討では、つくば市からその北西領域に広がる郊外地を対象に、20km程度の距離までマイクロ波帯の伝搬損失を測定し、郊外地における伝搬モデルの検討を行っている経緯について述べる。郊外地では建物の影響が支配的な市街地環境と異なり、大地反射、樹木遮蔽等が絡み合っ様々な様相を醸し出す。今回は、水田の反射と樹木回折・透過が関係する状況を中心に検討した結果を紹介する。

1

### 測定環境

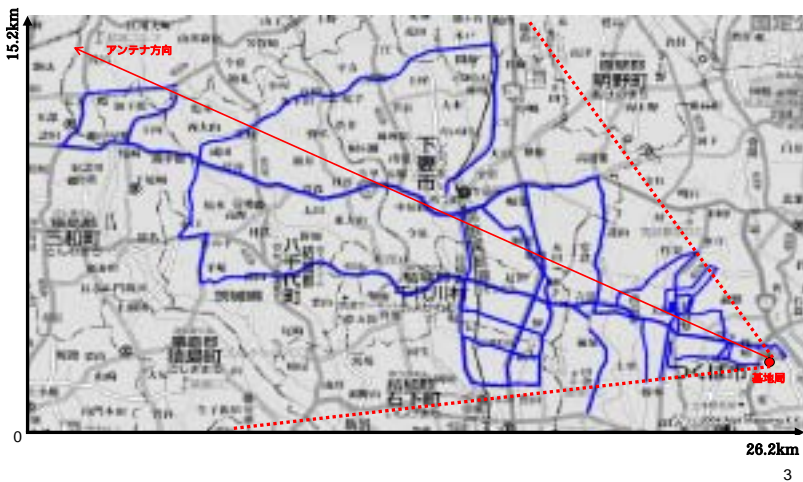
つくば市～下妻市にかけての郊外地  
伝搬距離～25km  
ほとんどが耕地(田畑)、民家と林(防風林)が点在  
地形の上下は10m程度

送信地上高: 65m, 33m  
周波数: 2.2GHz, 4.7GHz  
移動局(受信)アンテナ地上高: 2.8m  
偏波: 垂直



2

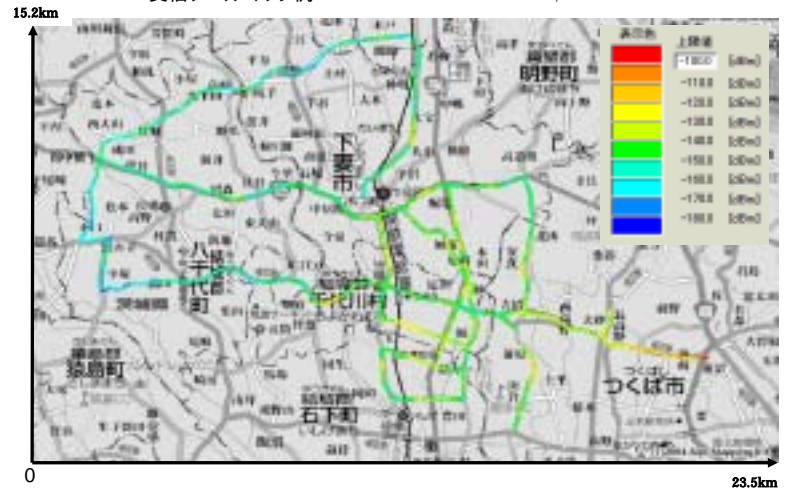
測定エリア, 走行コース, 送信アンテナ方向



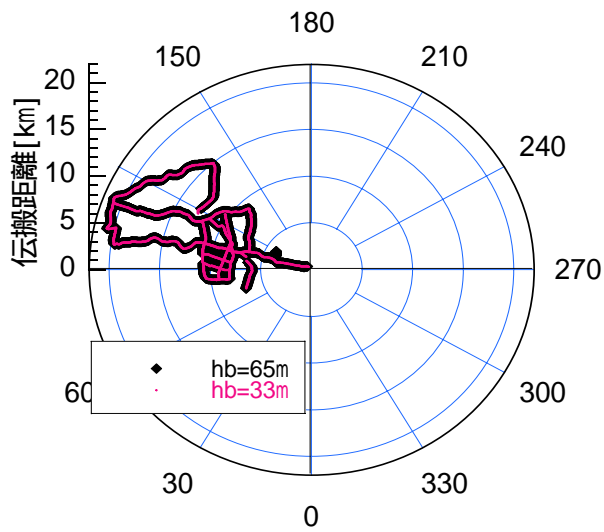
3

受信レベルマップ例

Hb=65m, 2.2GHz



4

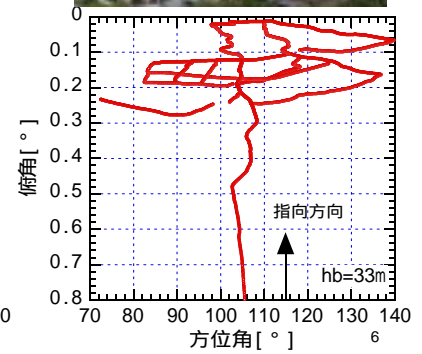
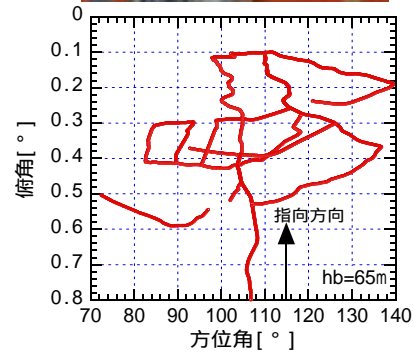


5

Hb=65m

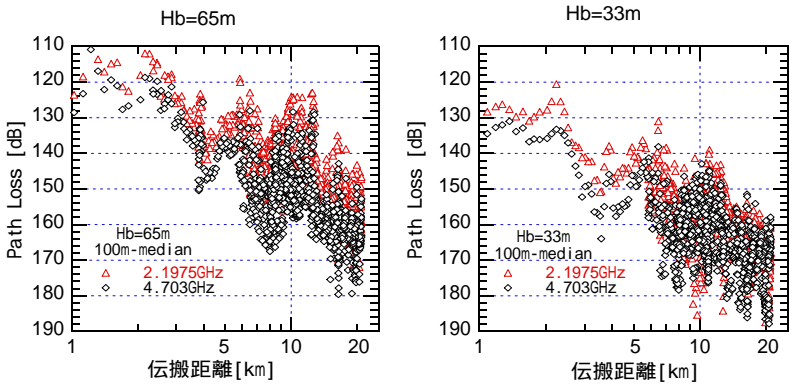


Hb=33m

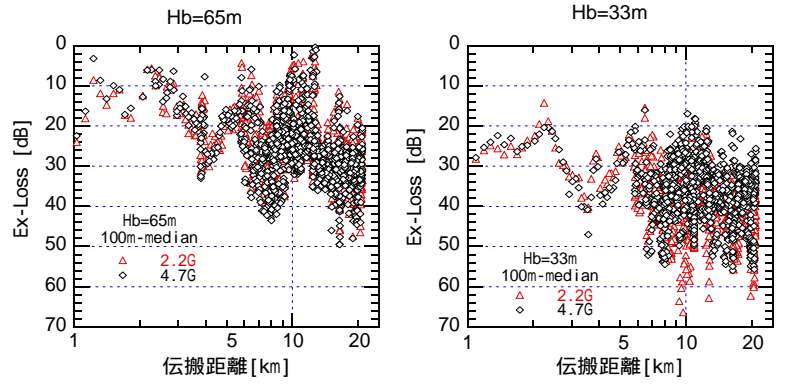


6

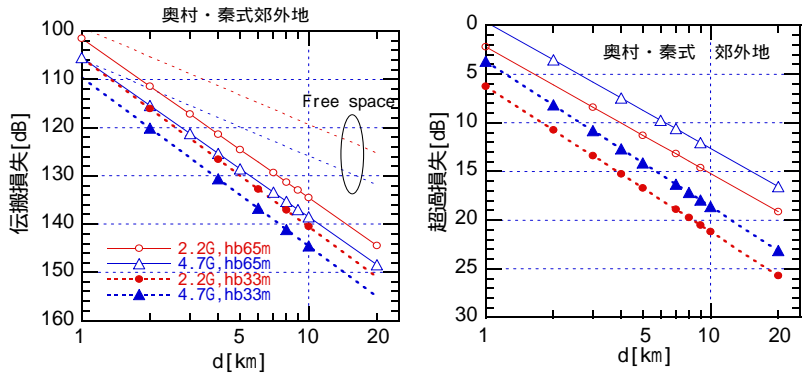
伝搬損失距離特性  
100m区間中央値



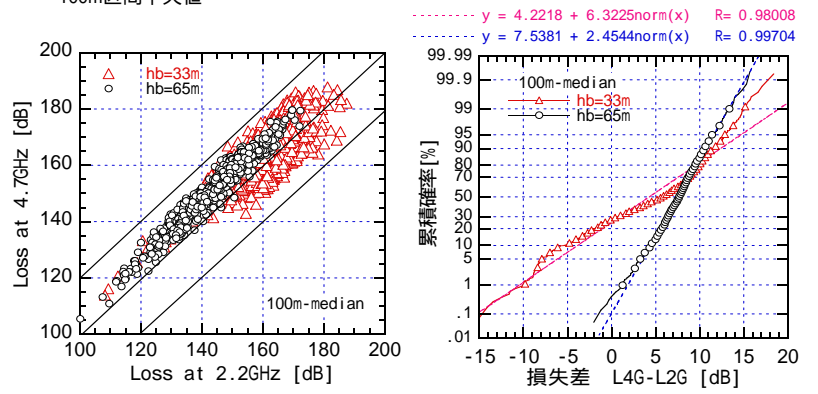
超過損失距離特性



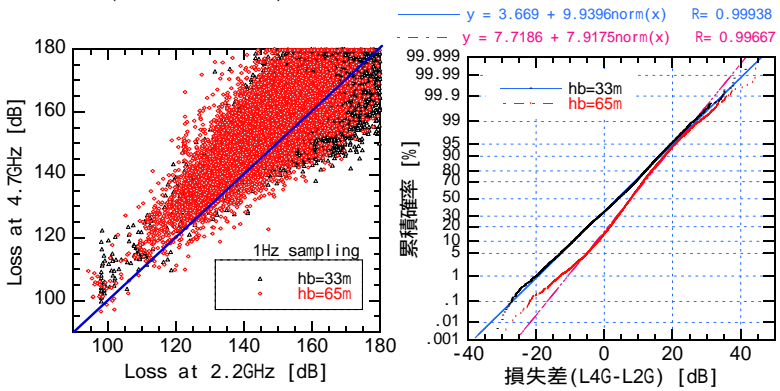
奥村・秦式による郊外地伝搬損失推定例



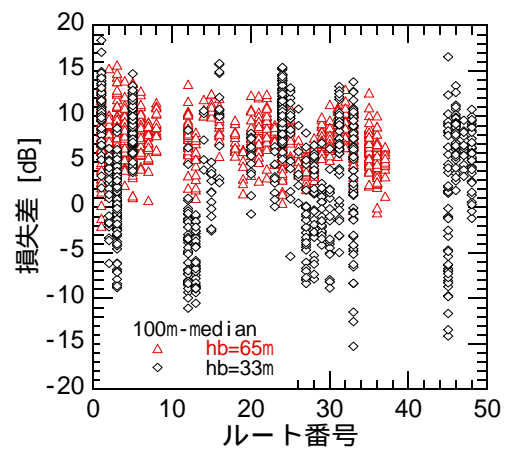
2.2GHzと4.7GHzにおける伝搬損失の差  
100m区間中央値



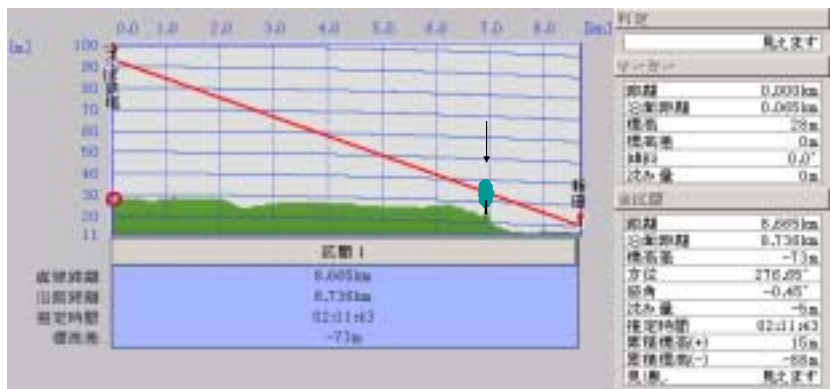
2.2GHzと4.7GHzにおける伝搬損失の差  
瞬時値(1Hzサンプリング値)



損失差の走行ルートによる違い  
100m区間中央値

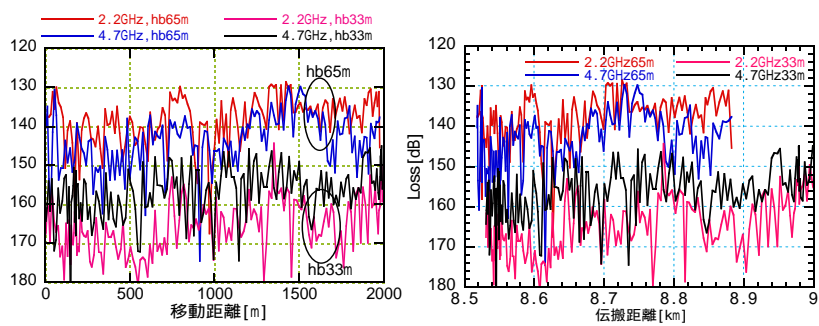


4.7GHzより2.2GHzの伝搬損失が大きいルート12～13のR13を対象  
 R13の周囲は水田で、送信側約1.5kmに高さ約10mの崖があり、その向こうに台地が広がる。  
 崖の上には樹林が連なり、送受信点間の直接の見通しは無い伝搬路

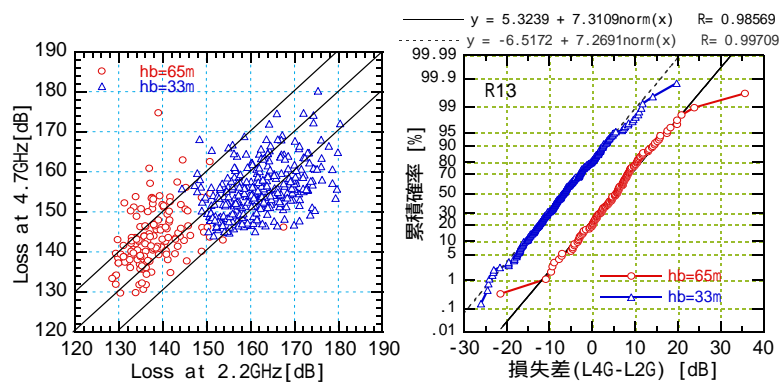


R13での伝搬損失測定値

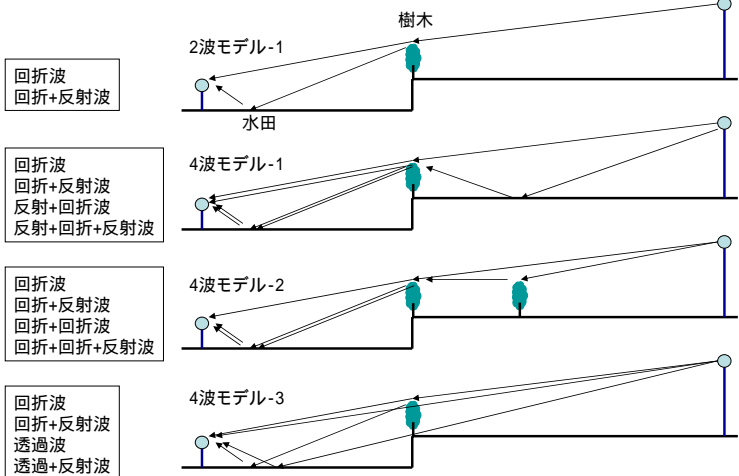
1Hzサンプリングデータ(移動距離約10m毎)



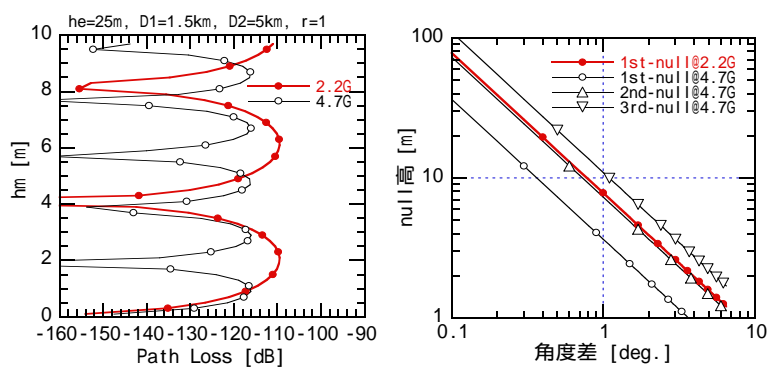
R13における伝搬損失の周波数特性と損失差



郊外地NLOS伝搬モデルの考え方

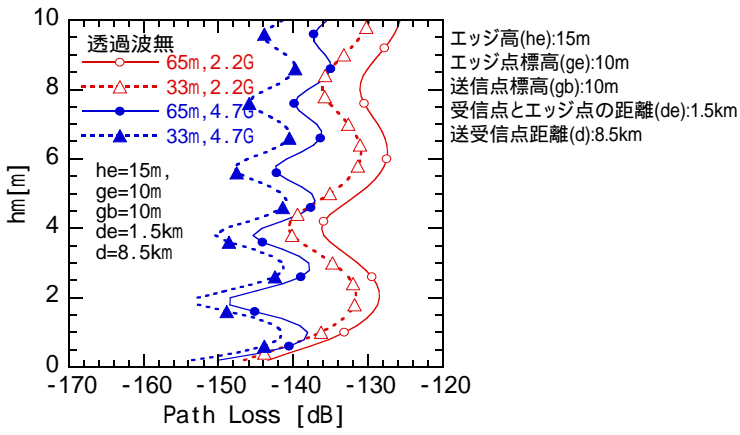


2波干渉モデルの基本特性

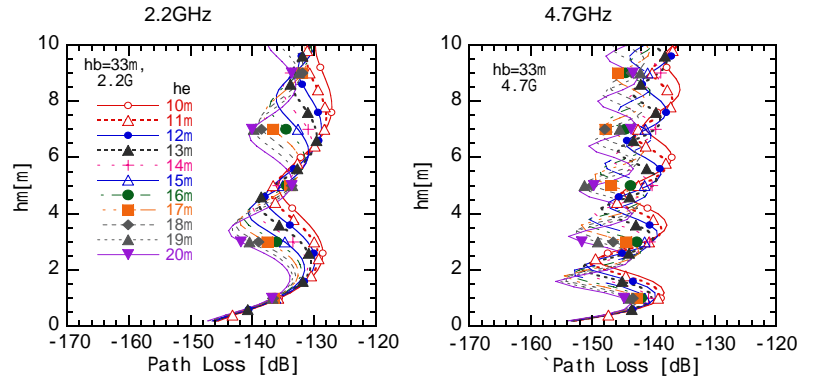




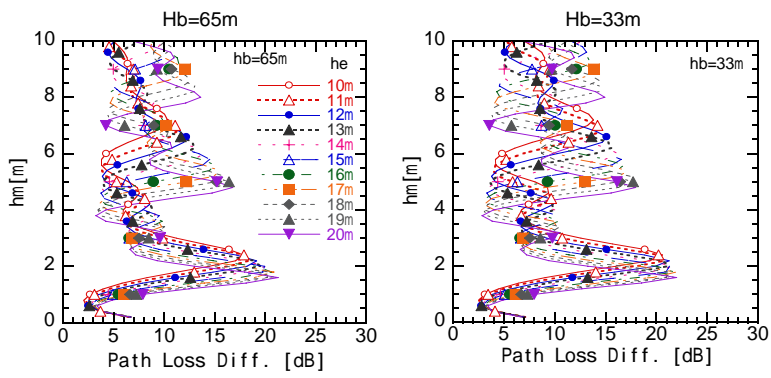
2波モデルによるハイトパターン計算例



2波モデルの受信高(hm), エッジ高(he)依存性



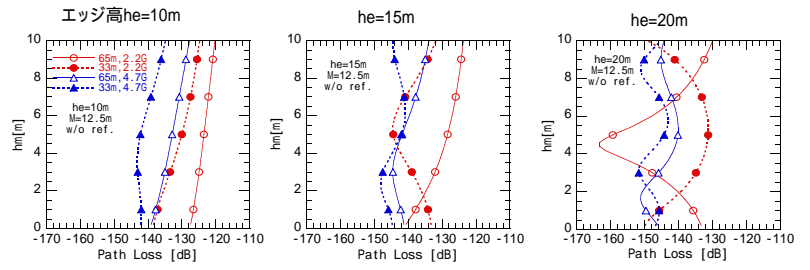
2波モデルによる損失差のハイトパターン計算例



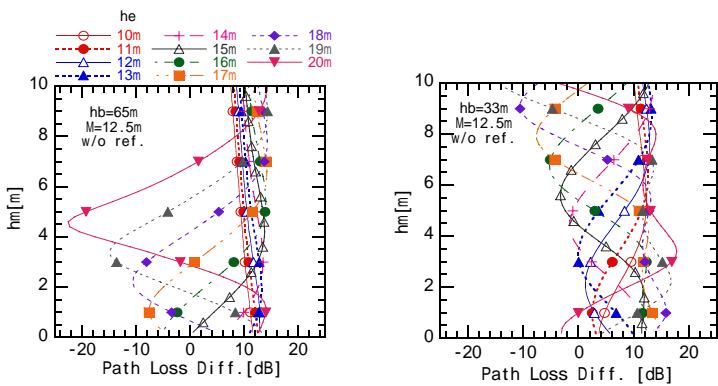
シンプルな2波モデルでは伝搬損失の反転は表現しにくい

回折波と透過波の干渉によるハイトパターン  
反射波は無い状態

樹林の透過距離M=12.5mと仮定  
透過損失係数は, 1.2dB/m at 2.2GHz, 2dB/m at 4.7GHz(細矢 “電波伝搬ハンドブック” 第4章)



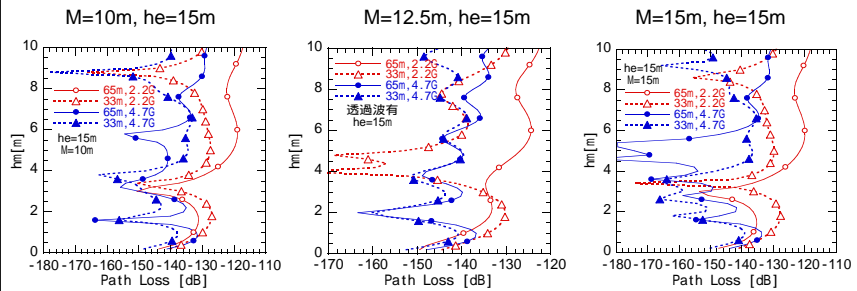
回折波と透過波の干渉による損失差のハイトパターン  
反射波は無い状態



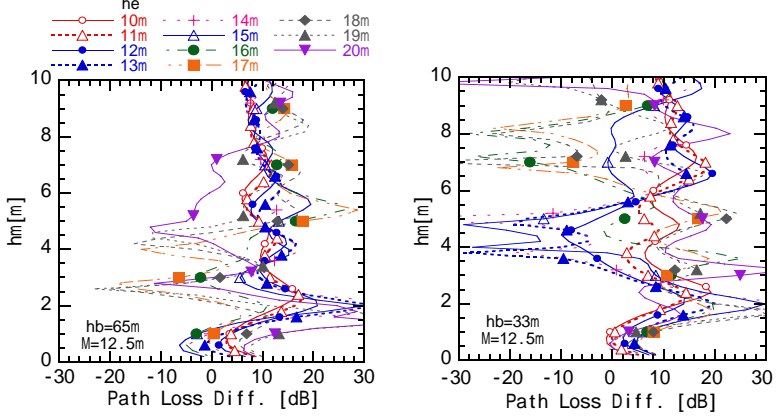
hb=65mの反転が顕著 実測と異なる

回折波+透過波の4波モデルによる検討

樹林の透過距離Mに対するハイトパターン変化の様子

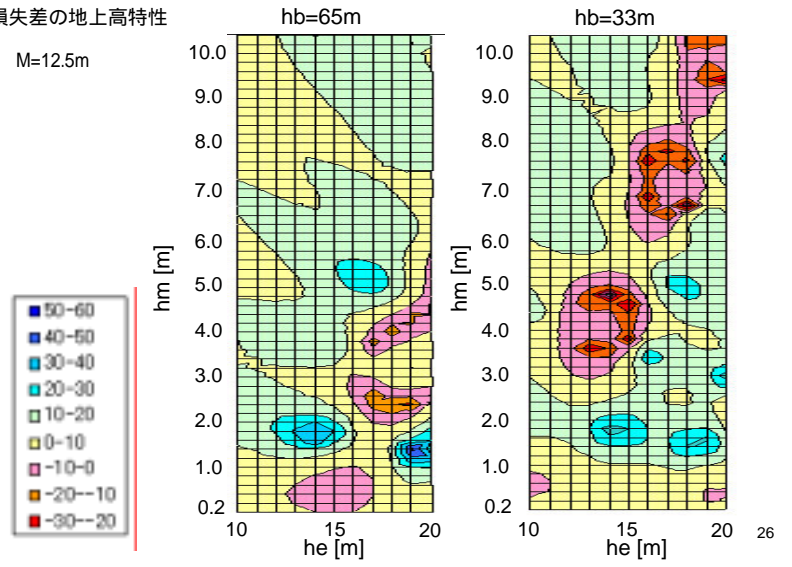


回折波+透過波の4波モデルによる検討  
損失差の変化(M=12.5m)



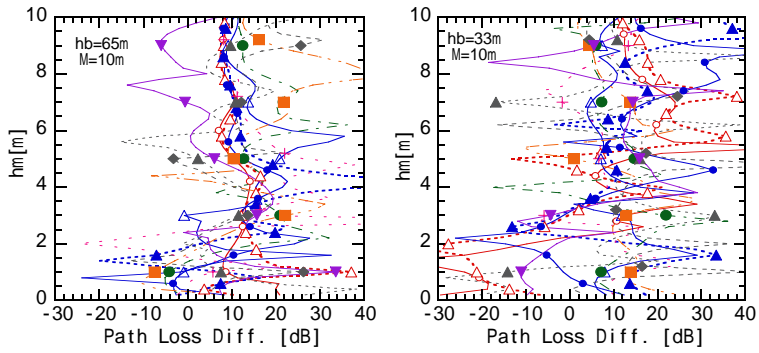
25

損失差の地上高特性



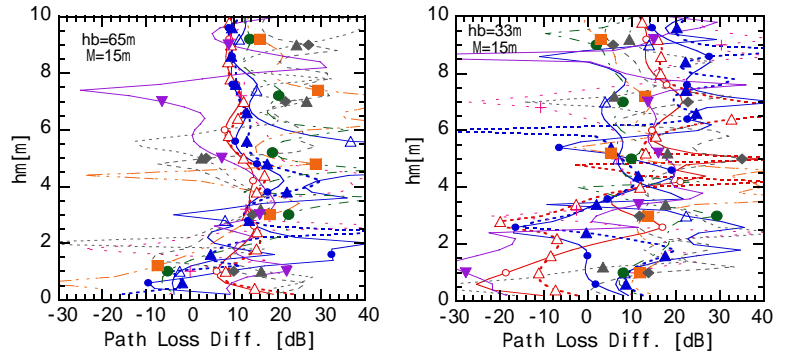
26

回折波+透過波の4波モデルによる検討  
損失差の変化(M=10m)



27

回折波+透過波の4波モデルによる検討  
損失差の変化(M=15m)



28

まとめ

郊外地(大部分が耕地, 林や集落が散在)における2.2GHz, 4.7GHz同時測定データを用いて以下の検討を行った.

伝搬損失距離特性

奥村・秦式の推定値より多めの傾向有.  
地形補正か樹木損失かどちらの影響が今後検討要.  
4.5GHzより2.2GHzの損失が高いエリアが存在. 特に基地局高が低い場合に顕著.

伝搬モデル

伝搬損失の反転が説明できるモデルを検討.  
2波干渉モデルの適用性は低く, 4波程度の到来波の考慮が必要  
NLOSに対しては, 樹木の回折と樹木の透過を組み合わせる必要性が高い  
これにより樹木の葉の繁り具合が影響する  
大地反射がこれに加わるが, 水田等の状態によって受信状態も変わる.  
郊外地伝搬特性においては季節変化が顕著になると考えられる.

29