

電波状況ビッグデータを利用する 局所的ホワイトスペース有効利用促進技術の 研究開発（135007102）

2015年10月7日

研究代表者：武内 良男

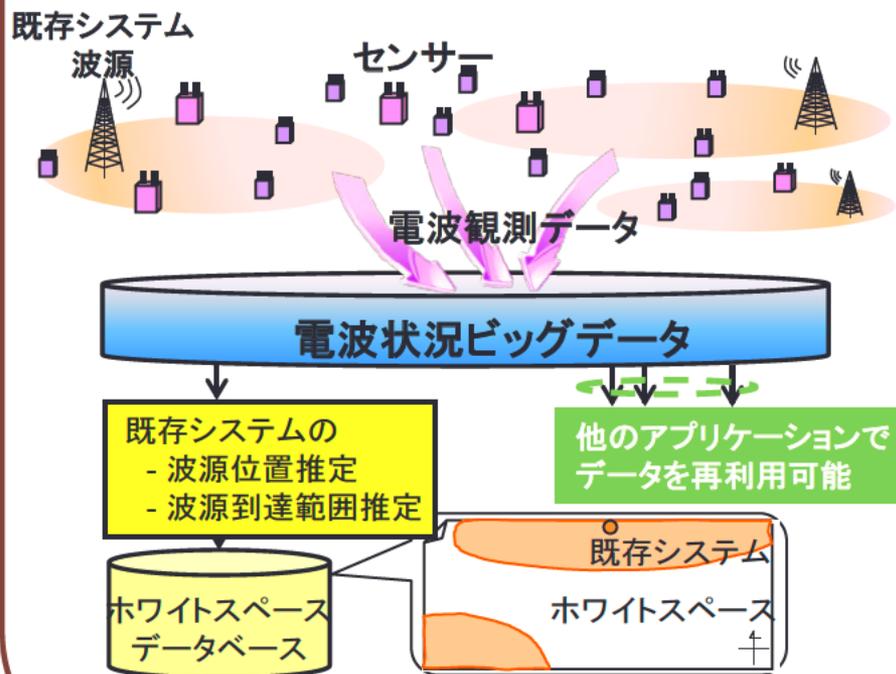
研究分担者：長谷川 晃朗、菅野 一生*、堀端 研志*、木村 貴寿*、古川 玲*、
渡邊 悠希*、岩井 誠人、前山 利幸

株式会社国際電気通信基礎技術研究所

*平成25／26年度の所属

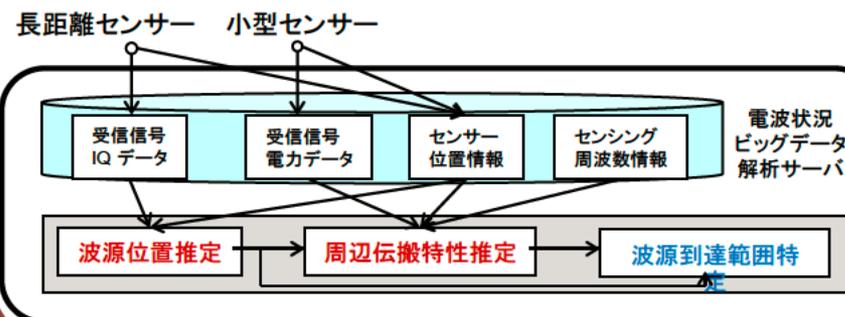
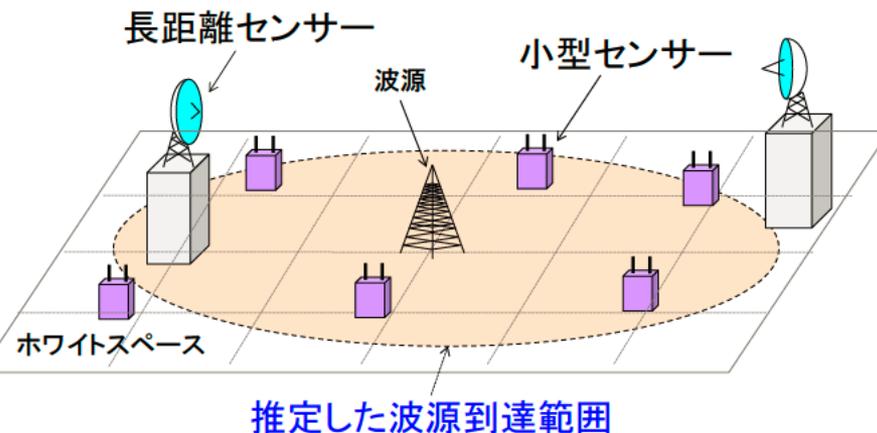
想定する局所的ホワイトスペース推定

ホワイトスペース (WS)
 = 既存無線システムの電波到達範囲外
 ⇒ 既存システムの波源到達範囲を推定
 するためにセンサーを活用



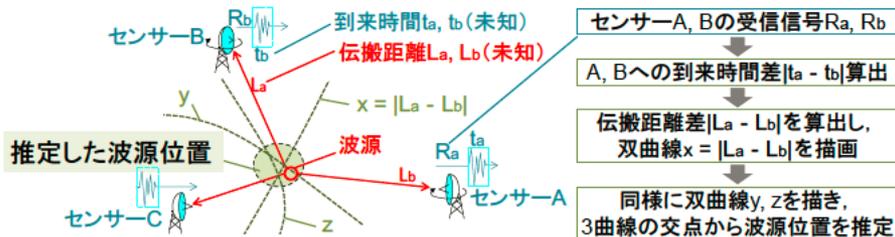
異種センサーによる波源到達範囲推定
 のフレームワーク

⇒ 波源の到達範囲推定には波源位置
 推定と周辺伝搬特性推定が必要



波源位置推定

原理



手法

【ステップ 1】

受信信号 IQ データの相互相関値 $R_{ij}(\tau)$ に基づき到来距離差 d_{ij} を推定

$$R_{ij}(\tau) = \frac{E[r_i(k)r_j^*(k+\tau)]}{\sqrt{E[|r_i(k)|^2]E[|r_j(k)|^2]}}$$

$$d_{ij} = \chi \Delta \arg \max_{\tau} |R_{ij}(\tau)|$$

【ステップ 2】

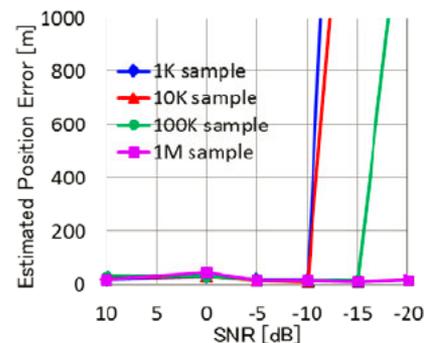
各センサーの位置座標 S_i に基づき
最小二乗法により波源位置座標 S を特定

$$S = \arg \min \sum_{m=1}^M |d_m - (|S_i - S| - |S_j - S|)|^2$$

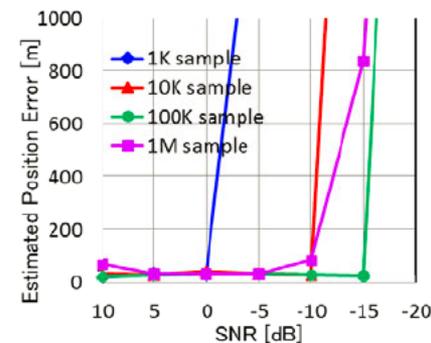
測定系



位置推定誤差



見通し (LoS)



見通し外 (NLoS)

周辺伝搬モデルフィッティング

原理

少ない受信点で観測される受信電力および観測位置(波源からの距離)データから波源周辺の伝搬特性(伝搬損失推定式)をフィッティングし、その結果から波源到達範囲を推定

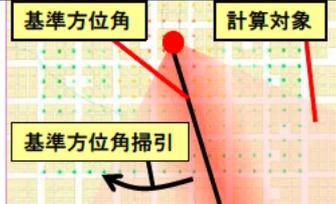
$$Pathloss = a \log(d_n) + b \log(f_n) + c$$

波源からの距離 周波数

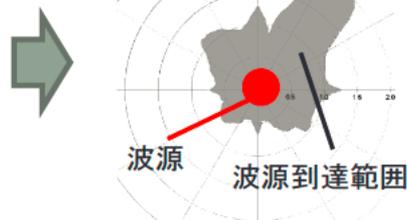
手法

実際の環境において波源到達範囲を把握するためには、波源からの方位角特性を考慮した伝搬損失推定が有効(送信アンテナの指向性、伝搬特性の地形/建物環境依存性を考慮)

方位角毎に伝搬損失を推定



波源到達範囲
(所望受信レベル以上)を推定



伝搬損失推定式

$$y_k = a(\theta_k) \log x_k + c(\theta_k)$$

目的関数 N

$$E_k = \sum_{i=1}^N f(\theta_i) \cdot (P_i - c(\theta_k) - a(\theta_k) \log r_i)^2$$

$$f(\theta_i) = \alpha^{|\theta_k - \theta_i|}$$

重み: 基準方位角
に対する波源から
見たサンプル点の
方位角差に依存

θ_k : 波源からの角度

y_k : θ_k における受信電力

x_k : 波源からの距離

$a(\theta_k), c(\theta_k)$: 導出する係数

E_k : θ_k における目的関数

N : フィールド全体のセンサー数

P_i : i 番目のセンサー受信電力

r_i : i 番目のセンサーと波源との距離

θ_i : i 番目のセンサーの波源から見た角度

$f(\theta_i)$: i 番目のセンサーの重み

α : 重み(忘却)係数

検証用測定

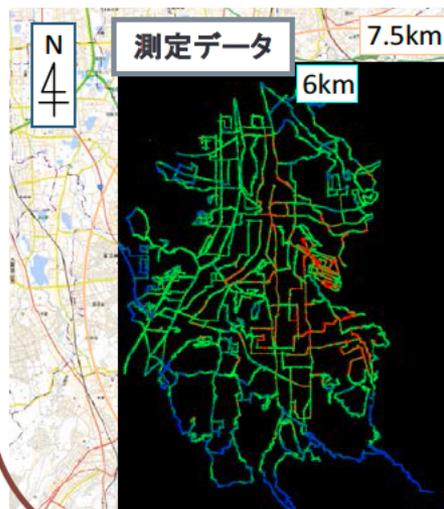
解析範囲



解析範囲を車両で走行しながら
受信位置と受信電力を取得



測定データ



受信電力
測定用
水平偏波
等方向性
アンテナ



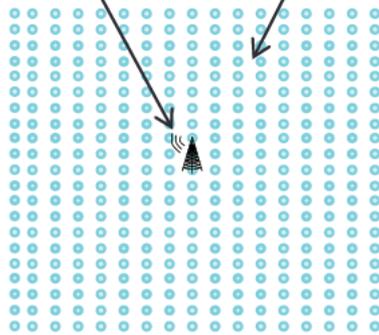
周辺伝搬モデルフィッティングとWS推定の評価

WS正解用データ

測定データから100m Mesh
毎に1個の電力データを抽出
※Mesh内サンプルの**電力中央値**を採用

ホワイトスペース推定の
正解データとして使用

波源位置 受信点位置



推定用仮想センサーデータ

正解データよりも疎なMesh
毎に1個の電力データを抽出
※Mesh内サンプルの**ランダムな電力値**を採用

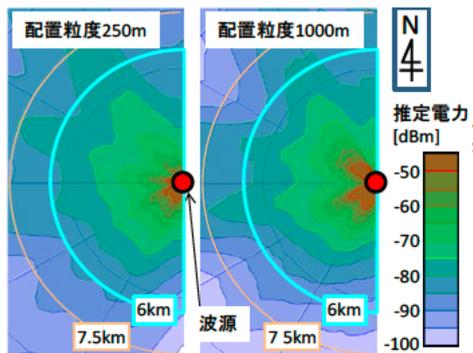
伝搬損失推定
⇒波源到達範囲推定
⇒ホワイトスペース推定

波源位置 受信点位置

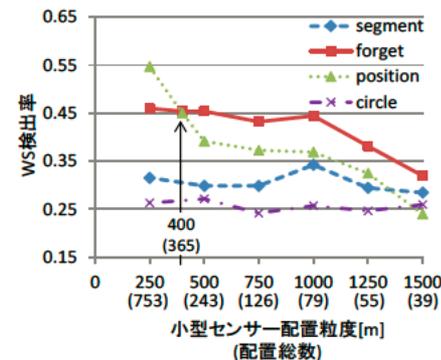
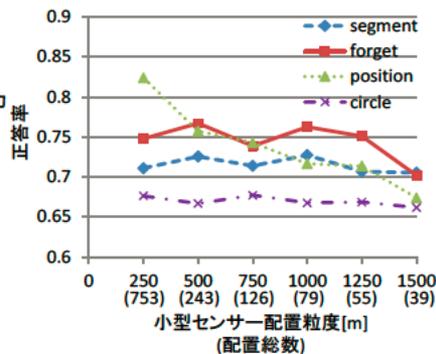


評価結果例

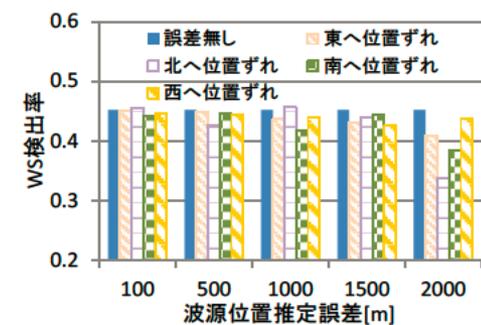
伝搬損失推定結果



WS推定性能



波源位置推定誤差の影響



まとめ

- 高精度波源位置推定手法および周辺伝搬モデルフィッティング手法を考案・高度化し、実測データを用いた評価により、それぞれの有効性を検証した。
- 更に、高精度波源位置推定手法と周辺伝搬モデルフィッティング手法を組み合わせることによるWS推定方法を確立し、その有効性を検証した。

今後の研究開発成果の展開及び波及効果創出への取り組み

- 本研究開発成果の活用により、将来的には小エリア単位のホワイトスペース(WS)に関するデータベースの構築を効率的に行うことが可能となり、データベースを利用する周波数共用の導入・発展に貢献すると期待される。
- 次のステップとして、データベース利用を前提とする周波数共用を実現するために取り組むべき課題を明確化し、必要な研究開発の推進を図りたい。
- このような取り組みにより、将来的に通信トラフィック急増への対策の一つとしてもWS利用が有効となる。また十分なWSが利用可能となる地域ならではのサービス創出も考えられる。