

放射方向と到来方向を同時に測定する 時空間チャンネルサウンダ

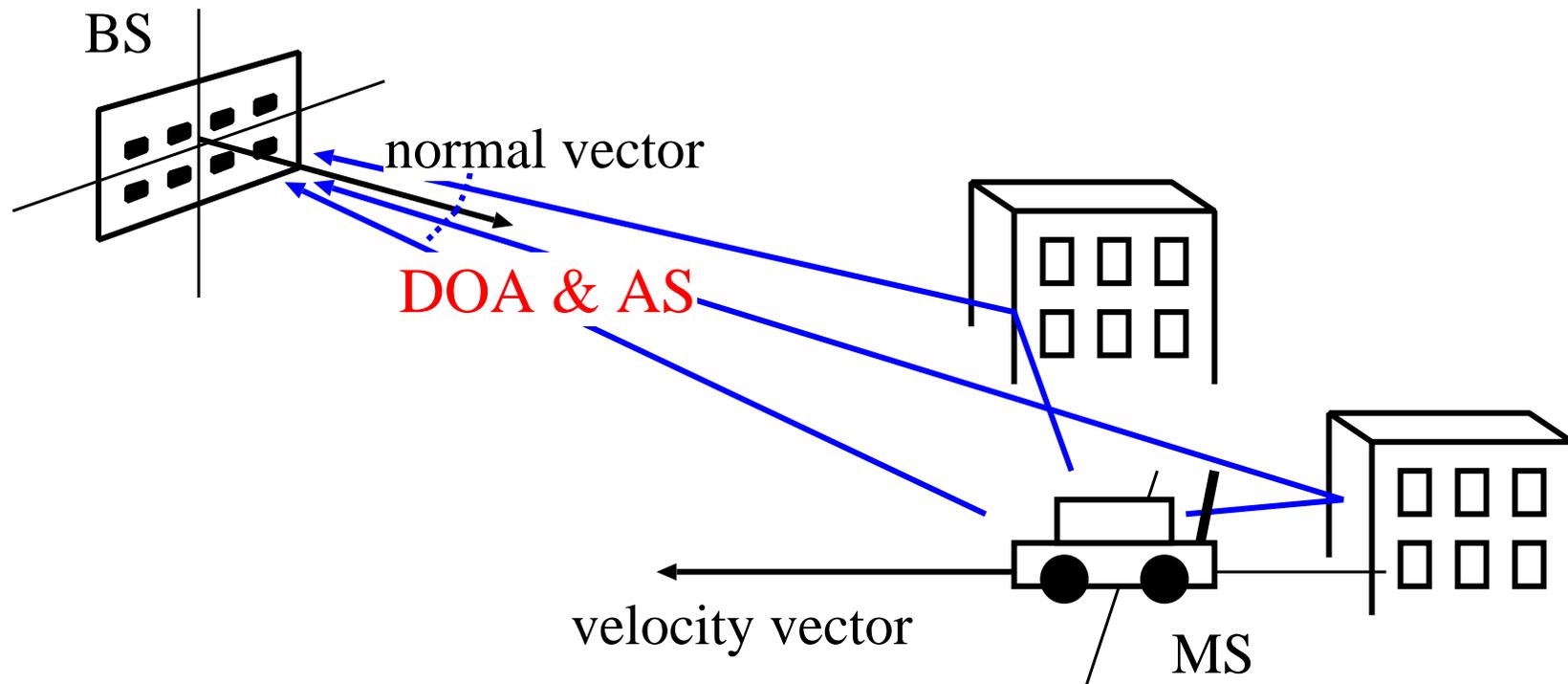
阪口 啓 高田 潤一 荒木 純道

東京工業大学 移動通信研究グループ

研究背景

TIT, Mobile Communication Research Group

基地局にアレーアンテナを用いた到来方向情報の測定



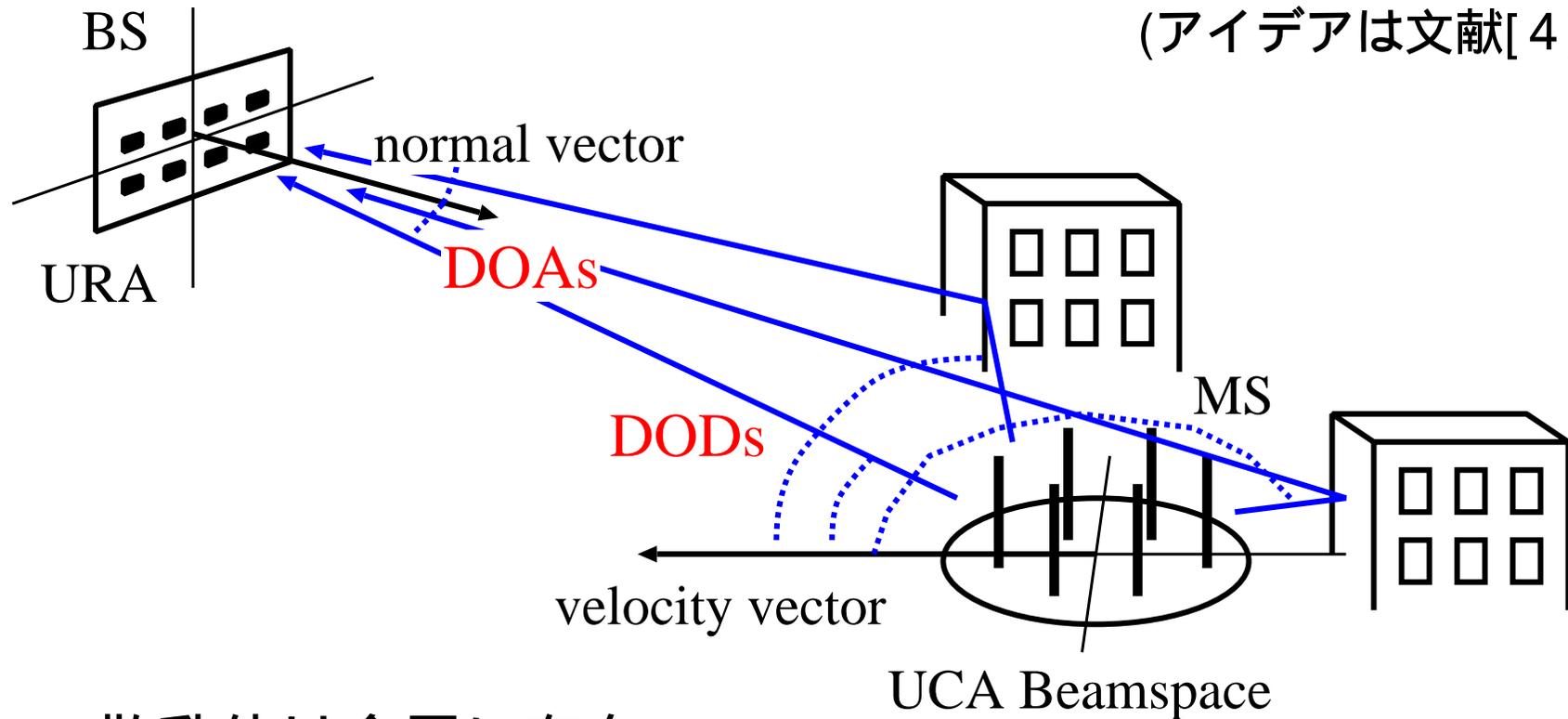
→ 到来角拡がりは小 各素波の分離は不可能
(近似を用いた到来角拡がり推定)

放射方向と到来方向の同時測定

TIT, Mobile Communication Research Group

移動局側もアレー構成を持つ双方向サウンディング

(アイデアは文献[4])



散乱体は全周に存在

→ 放射角拡がりは小 各素波の分離が可能

研究目的

TIT, Mobile Communication Research Group

- 放射方向・到来方向・遅延時間を同時に測定する
時空間チャネルサウンダの実装方法を提案する
 - 放射方向を含んだチャネル応答を行列表現
 - MIMOシステムにおけるチャネル応答行列測定法の検討
 - 周波数分割(FDM)式を用いたチャネル応答測定法の提案
 - 上記方式の実装、および電波暗室内実験による動作確認

MIMOシステムのチャネル応答行列

TIT, Mobile Communication Research Group

チャネル応答行列 $\mathbf{H} \in \mathbb{C}^{m_s \times m_r}$ を各素波の成分毎に分解

$$\mathbf{H} = \sum_i \gamma_i(t) e^{-j2\pi f_c \tau_i} \mathbf{a}_s(\theta_i^s) (\mathbf{a}_r(\theta_i^r))^T$$

$\mathbf{a}_s(\theta^s)$: 送信側のアレー応答ベクトル

$\mathbf{a}_r(\theta^r)$: 受信側のアレー応答ベクトル

周波数軸上に拡張しベクトル化

$$\mathbf{h} = \sum_i \gamma_i(t) \mathbf{a}_{\Delta s}(\theta_i^s) \otimes \mathbf{a}_{\Delta r}(\theta_i^r) \otimes \mathbf{a}_{\Delta f}(\tau_i)$$

→ 3-D Unitary ESPRIT法を用いた $\{\theta^s, \theta^r, \tau\}$ の同時推定

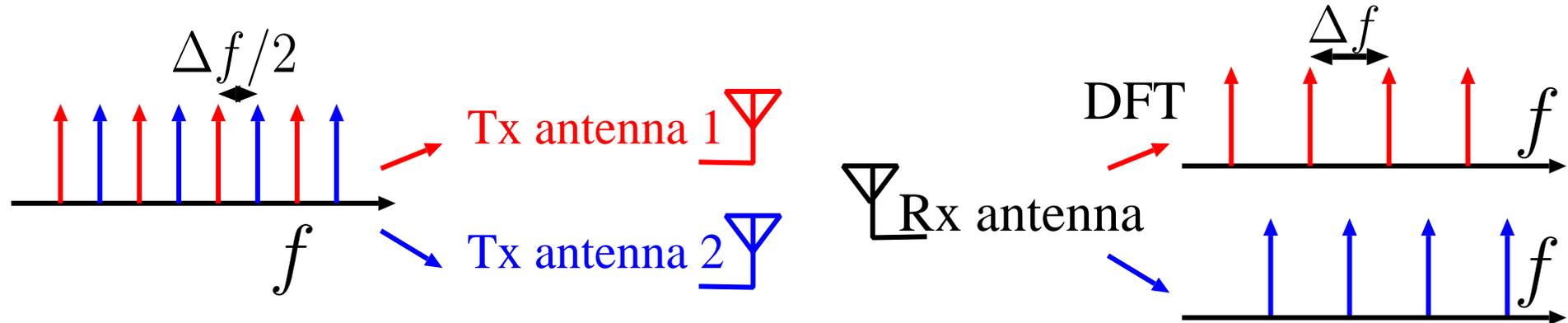
MIMOシステムのチャネル応答測定法

TIT, Mobile Communication Research Group

	リアルタイム	製作性	欠点
時分割 (TDM)			送受時刻同期
周波数分割 (FDM)			送信アンテナ間の周波数シフト
符号分割 (CDM)			相互相関

周波数分割(FDM)方式を用いた測定法

TIT, Mobile Communication Research Group



各送信アンテナの周波数は $\Delta f/2$ だけ異なる

$$\mathbf{a}'(\theta_i^s) = \mathbf{a}(\theta_i^s) \odot \begin{bmatrix} 1 \\ e^{-j2\pi\frac{\Delta f}{2}\tau_i} \end{bmatrix} \in C^{m_s}$$

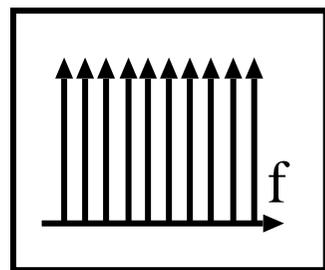
→ τ_i を推定することができれば θ_i^s も推定できる

FDM方式MIMOチャネルサウンダの構成

TIT, Mobile Communication Research Group

→ 送信機

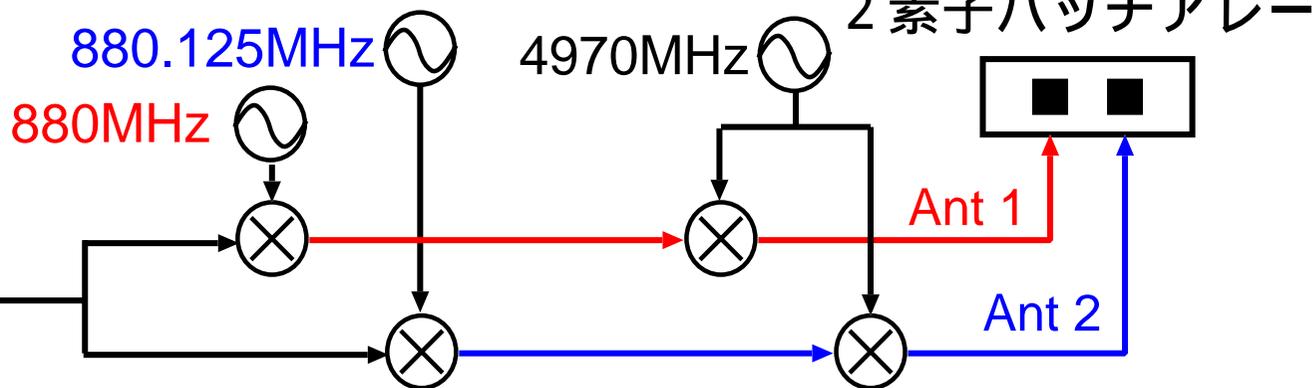
キャリア間隔: 500kHz
キャリア数: 20



880.125MHz
880MHz

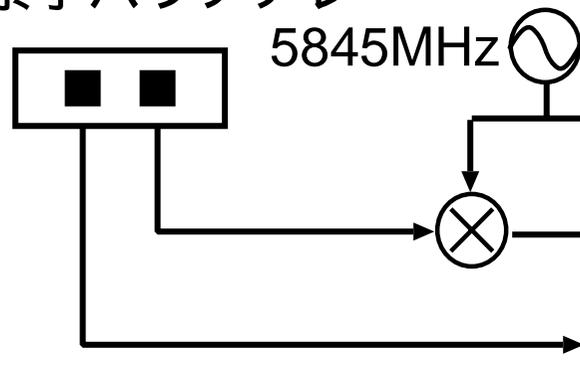
4970MHz

2 素子パッチアレー

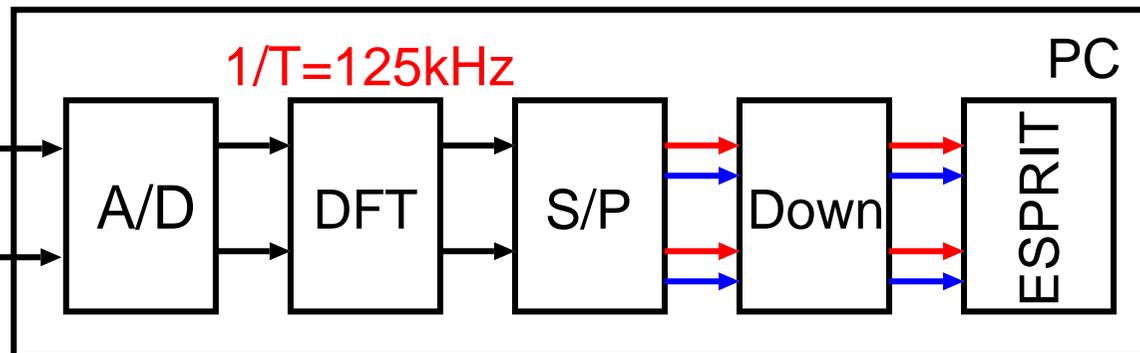


→ 受信機

2 素子パッチアレー

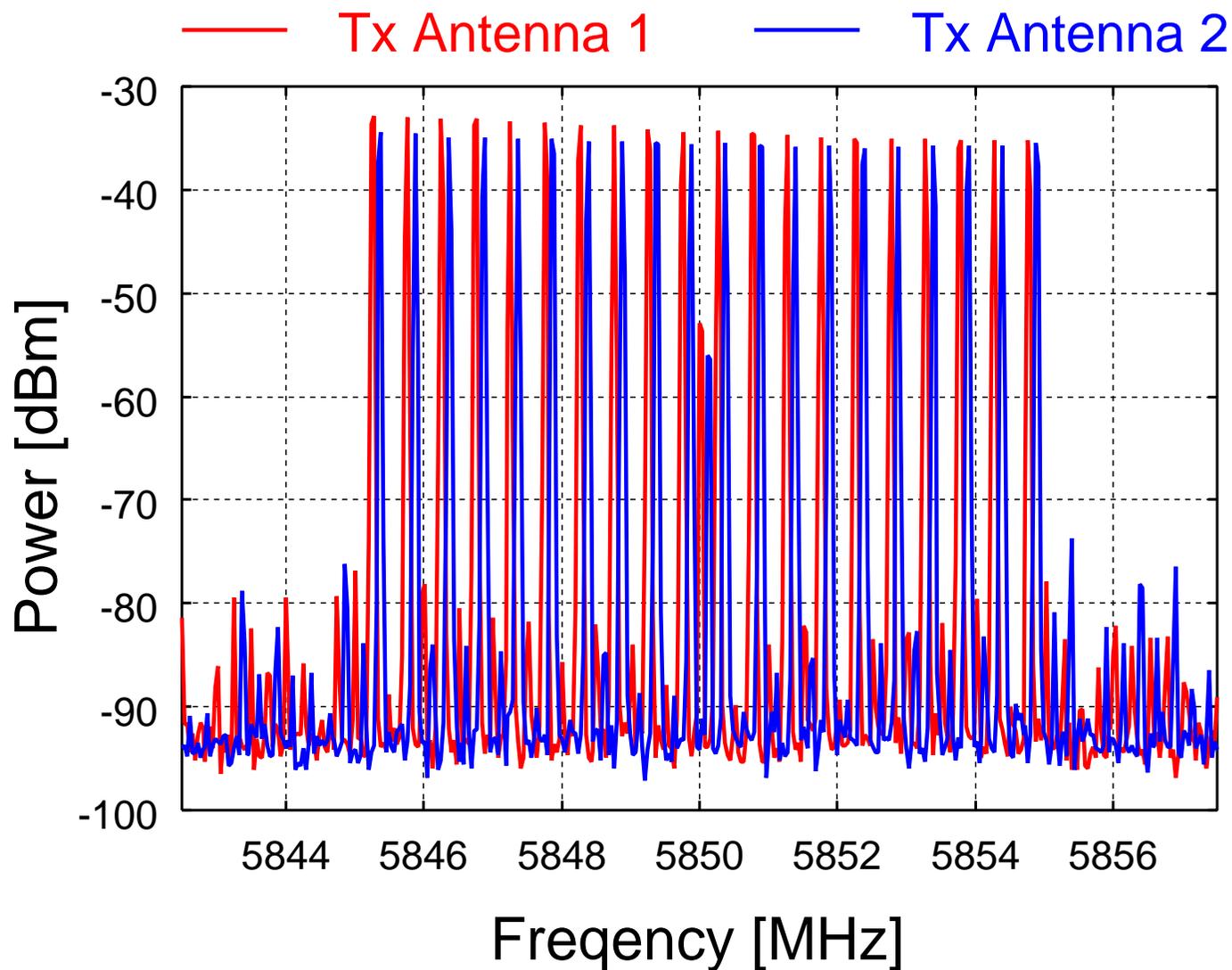


$1/T=125\text{kHz}$



送信信号周波数特性

TIT, Mobile Communication Research Group



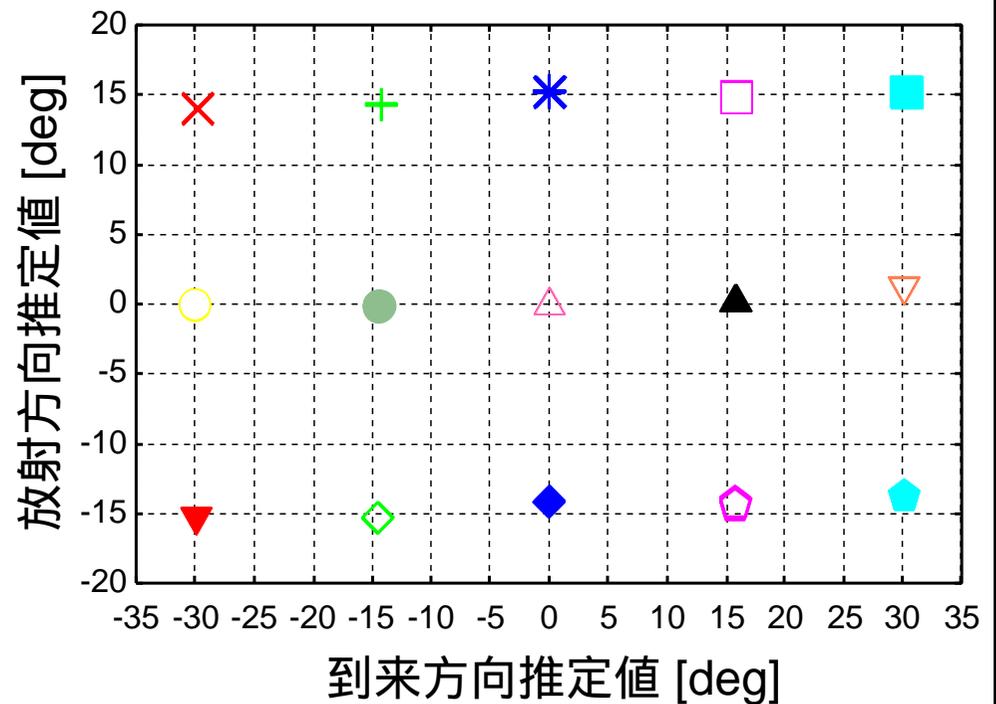
電波暗室実験結果(1波到来環境)

TIT, Mobile Communication Research Group

測定条件

- 直接波のみ到来
- 到来角設定値:
{-30, -15, 0, 15, 30 [deg]}
- 放射角設定値:
{-15, 0, 15 [deg]}
- スナップショット : 30回
- 試行回数 : 各5回

測定結果



まとめ

TIT, Mobile Communication Research Group

- ➔ 放射方向・到来方向・遅延時間を同時に測定する
時空間チャンネルサウンダの実装方法を提案した
 - 放射方向を含んだチャンネル応答の行列表現
 - MIMOシステムにおけるチャンネル応答行列測定法の検討
 - 周波数分割(FDM)式を用いたチャンネル応答測定法の提案
 - 上記方式を実装し電波暗室内実験により動作確認

- ➔ 提案型時空間チャンネルサウンダのアプリケーション
 - 移動体通信における伝搬特性解析
(散乱体と角度拡がりの関係など)
 - 不要散乱点の特定(電波暗室の特性検証、ETCなど)

不要散乱点の特定

TIT, Mobile Communication Research Group

