

## ミリ波帯における車載環境下でのクラッタの分布特性

## The measurement of the clutter distribution for in-vehicle environment in the 60GHz

坪田 光 矢野 公大 渡辺 優人 稲葉 敬之  
Hikaru Tsubota Takahiro Yano Masato Watanabe Takayuki Inaba

電気通信大学大学院情報理工学研究所  
Graduate school of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

## 1. まえがき

レーダシステムにおいて、目標検出のための閾値は一定の誤警報確率になるように設定される。そのためには、クラッタ等の不要な物体からの反射波がどのような分布に従うかを知ることは、最適な閾値を決定するうえで、必要不可欠である。過去、クラッタ等は指数分布やレイリー分布に従うと考えられてきたが、近年では、ワイブル分布に従うといわれている。筆者らは現在、車載および鉄道応用を想定し、60GHz ミリ波帯の特定小電力無線局規格に準拠した多周波ステップ CPC (Complementary Phase Code) 方式を適用したミリ波レーダ (実験モデル) を開発し、様々な環境での車載実験を行った。

本稿では、様々な環境でのクラッタの分布を調査したので、報告する。

## 2. ミリ波レーダ

実験で使用したミリ波レーダの送受信装置の諸元を表1に示す。ミリ波レーダはミリ波の特定小電力無線局規格 (送信電力 10mW, 周波数帯域幅 500MHz) に準拠し、狭受信機帯域幅で高分解能を実現する独自の計測変復調方式である多周波数ステップ CPC 方式を用いている[1][2]。

表1 送受信装置の諸元

送信周波数帯域	60.25~60.75GHz
切替周波数	8ch
送信アンテナ	スロットアンテナ
送信アンテナ利得	22dBi
受信アンテナ	4素子アレーアンテナ

## 3. 実験

ミリ波レーダは、自動車や鉄道などへの適用を想定し、表2に示すレーダパラメータを採用している。自動車車載環境でのセットアップ図を図1に示す。自動車車載では、自動車のフロントに送受信装置を設置し、市街地 (大学構内) では約20[km/h]、高速道路のように開けた環境では約30[km/h]で走行しながら計測を行った。また、鉄道車両車載環境でのレーダ前方風景を図2に示す。鉄道車両車載では、鉄道車両のフロントガラスの内側に送受信装置を設置し、約30[km/h]で走行しながら計測を行った。

各計測における多周波ステップCPC方式の距離・速度の出力結果に対し、計測時の自速相当をクラッタ部分、その他の部分を雑音部分としそれぞれでの分布を調査した。その結果を図3、4および表3に示す。自動車 (市街地)、自動車 (開けた道路) ではクラッタがワイブル分布に従うことを確認した。一方鉄道環境ではワイブル分布ではなく対数正規分布に従うことが確認された。この理由は走行ルート近傍に金属などの多数の静止反射物が存在するためであると考えられる。

表2 レーダパラメータ

送信周波数	60.25-60.75GHz
サブパルス帯域幅	80MHz
サブパルス幅 (符号長)	0.2μsec (16chip)
PRI	3.5μsec
パルス数:M	512
周波数ステップ幅	60MHz
周波数ステップ数:N	8
送信帯域幅	500MHz
全観測時間	29msec
自速	約20または30[km/h]



図1 自動車セットアップ図

図2 鉄道環境前方風景図

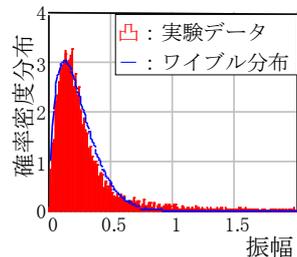


図3 自動車環境

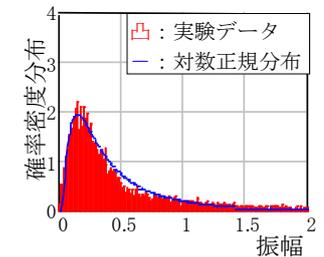


図4 鉄道環境

表3 分布推定結果

	雑音部分	クラッタ部分
自動車 (市街地)	レイリー分布	ワイブル分布
自動車 (開けた道路)	レイリー分布	ワイブル分布
鉄道環境	レイリー分布	対数正規分布

## 4. むすび

ミリ波レーダを用いて、様々な環境でのクラッタの分布調査を行った。その結果、クラッタ部分での分布が自動車環境ではワイブル分布、鉄道環境では対数正規分布に従うことを確認した。今後この結果を反映し誤警報確率を一定とした検出法の開発を行う。本研究は、鉄道・運輸機構基礎研究制度 (No.2009.02) により行われた。

## 参考文献

- [1] Masato Watanabe, Takayuki Inaba, Hikaru Tsubota, Takahiro Yano, "Development of Millimeter wave Radar using Stepped Multiple Frequency Complementary Phase Code Modulation, ICSANE2011, SANE2011-81, Oct. 2011.  
[2] 坪田光, 稲葉敬之, "多周波ステップ CPC レーダ方式の実験的検証"信学総大, B-2-36, 2010-03