

# 多周波ステップ CPC レーダーの車両反射信号の解析

## Analysis of vehicle reflected signals of a Stepped Multiple Frequency CPC Radar

香川正幸 渡辺一宏 秋田学 稲葉敬之  
 Masayuki Kagawa Kazuhiro Watanabe Manabu Akita 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

筆者らは車載レーダーを目的とした多周波ステップ CPC (Complementary Phase Code)方式のレーダー変復調方式を開発している。本方式は、新しいレーダー変復調方式であり、現在の FMCW 方式に比較して距離分解能に優れるという特徴を備えており、ドップライメーキングなど応用範囲が広い[1]。本稿では本方式レーダーの車両反射信号に着目し、車両端点および端点間を結ぶ直線上に発生する高輝度点列のフィールド実験データとシミュレーション結果を比較し、高輝度点列の発生メカニズムを解析する。さらに、高輝度点列の活用の可能性を考察する。

### 2. 多周波ステップ CPC レーダーと車両反射信号

図 1 に送信シーケンスと信号処理ブロック図を示す。時分割で 2 つの相補となる CPC(Complimentary phase code)符号の送信と複数個の送信周波数切り替えを行い、受信時に送信周波数毎に復調する。受信信号をパルス圧縮処理した後ドップラ周波数推定を行う。ドップラシフトに対する位相補正処理を行い、相補の CPC 受信信号の加算により距離サイドローブを抑圧する。さらに、複数ステップの周波数方向に受信信号を合成し、送信帯域幅と比較して狭受信機帯域幅で高い距離分解能を得る。

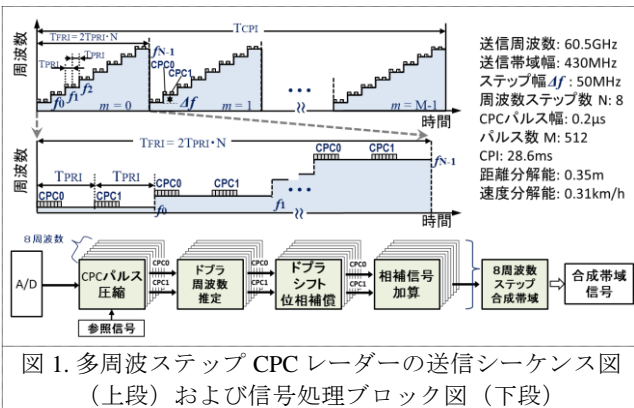


図 1. 多周波ステップ CPC レーダーの送信シーケンス図 (上段) および信号処理ブロック図 (下段)

時速 45km で走行するレーダー搭載車からレーダー前方 10m, 左方 5m に停車している車両を観測した際のレーダー合成帯域信号実測データを図 2 右列画像に示す。中央列画像は車両側面に反射点列を 2.3cm 間隔で配列した場合の多周波ステップ CPC レーダーのシミュレーション結果であり、右列の実測とよく似た高輝度分布となっている。左列画像はパルスレーダーのシミュレーション結果であり、車両の端点は高輝度となっているが端点間には高輝度点列が発生していない。いずれも上段は X-Y 座標、下段は V-R 座標で表示している。

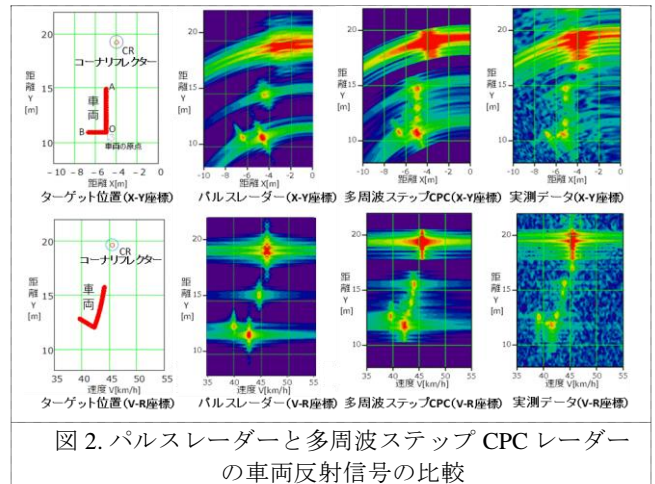


図 2. パルスレーダーと多周波ステップ CPC レーダーの車両反射信号の比較

### 3. 高輝度点列発生メカニズムの解析

20m 車両側面を想定し反射点間隔を  $20\Delta R(2.34m)$  から  $0.005\Delta R(0.585mm)$  まで徐々に縮めるシミュレーションを行うと、前半はその都度合成帯域信号波形が変化するが  $0.2\Delta R(2.34cm)$  辺りから図 3b の波形に安定化した。ここで、 $\Delta R$  はサンプリング周波数 160MHz, 8 周波数ステップ時の距離 bin(11.7cm)である。図 3 のピーク間隔は 93.6cm となり、図 2 の実測値と一致した。このピーク間隔はステップ数  $N$  ではなく、距離ゲートにより決まる。

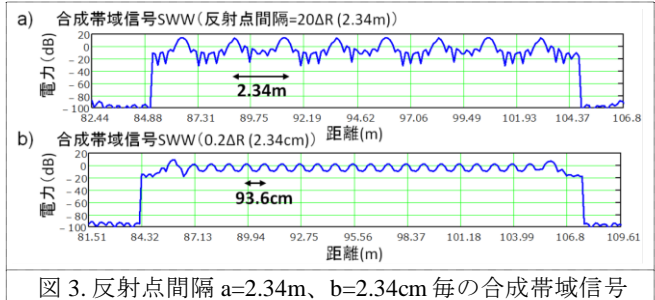


図 3. 反射点間隔 a=2.34m、b=2.34cm 毎の合成帯域信号

### 4. 高輝度点列活用の可能性考察と結論

距離ゲートを小さくすることにより、高輝度点列は繋がり車両や障害物の形状がより明確になり、車両認識、障害物認識の精度向上につながると思われる。

#### 謝辞

本研究は科研費 (16H02344) の助成により実施されたものである。

#### 参考文献

[1] 渡辺一宏, 横川貴洋, 高橋陸 [他], “各種環境での多周波ステップ CPC レーダを用いた計測実験と ELD-STAP の特性評価”, 信学技報 115(403), pp.65-70, 2016.