

超広帯域コヒーレントレーダ技術の研究開発

研究代表者 稲葉敬之(電気通信大学)

合成帯域方式レーダの研究開発

合成帯域方式レーダの研究開発

本日の主たる展示内容

(1) 狭帯域・遠近両用
小型レーダ技術の研究開発
(総務省, 電波資源拡大のための
研究開発, H26-H28)

多周波ステップCPC方式

↓ 多周波ステップ方式出力
を用いた時空間信号処理

不要波抑圧技術

目標追尾技術

目標認識技術

(2) 超広帯域コヒーレントレー
ダ技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

別レーダ(ノンコヒーレント)の合成

スパース多周波ランダムステップ方式

実用化にむけた取り組み

ライセンス契約(5件)

- ・車載レーダ変復調方式評価プログラム
- ・多周波ステップCPC解析プログラム
他3件

学術相談(5件)

- ・車載用ミリ波レーダ変調方式の比
較検討
- ・多周波ステップCPC方式を適用した
レーダのパラメータ設計
他3件

(3) スパース周波数分割レー
ダ技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), R1-R2)

スパース周波数不等間隔分割設
計技術

スパース周波数分割アダプティブ
技術

合成帯域方式レーダの研究開発

合成帯域方式レーダの研究開発

(1) 狭帯域・遠近両用
小型レーダ技術の研究開発
(総務省, 電波資源拡大のための
研究開発, H26-H28)

多周波ステップCPC方式

↓ 多周波ステップ方式出力
を用いた時空間信号処理

不要波抑圧技術

目標追尾技術

目標認識技術

本日の主たる展示内容

(2) 超広帯域コヒーレントレーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

別レーダ(ノンコヒーレント)の合成

スパース多周波ランダムステップ方式

実用化にむけた取り組み

ライセンス契約(5件)

- ・車載レーダ変復調方式評価プログラム
- ・多周波ステップCPC解析プログラム
他3件

学術相談(5件)

- ・車載用ミリ波レーダ変調方式の比較検討
- ・多周波ステップCPC方式を適用した
レーダのパラメータ設計
他3件

(3) スパース周波数分割レーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), R1-R2)

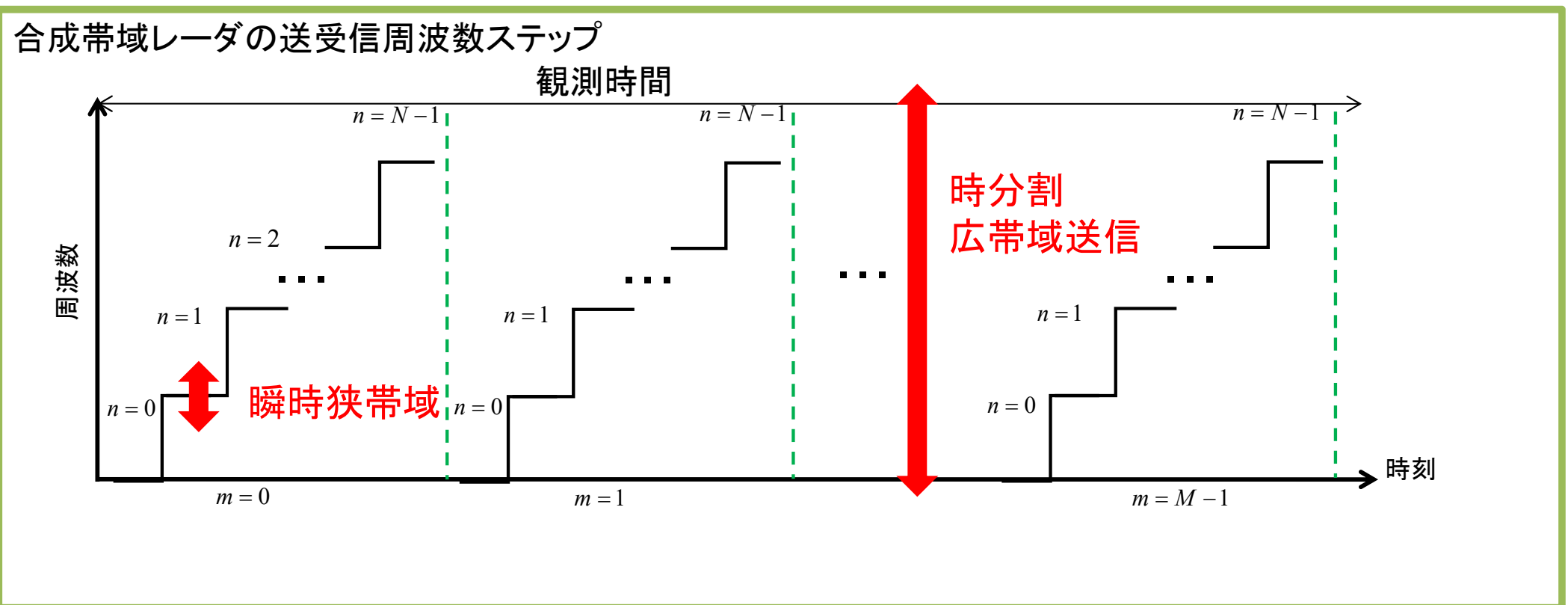
スパース周波数不等間隔分割設
計技術

スパース周波数分割アダプティブ
技術

多周波ステップCPC方式の基盤となる合成帯域方式

狭帯域送信信号を時分割で送受信する。受信機では周波数を送信に合わせ切り替えるので瞬時の受信機帯域幅が小さい。

すなわち遠距離性(狭受信機帯域による低雑音)と高分解能を両立可能とする方式。

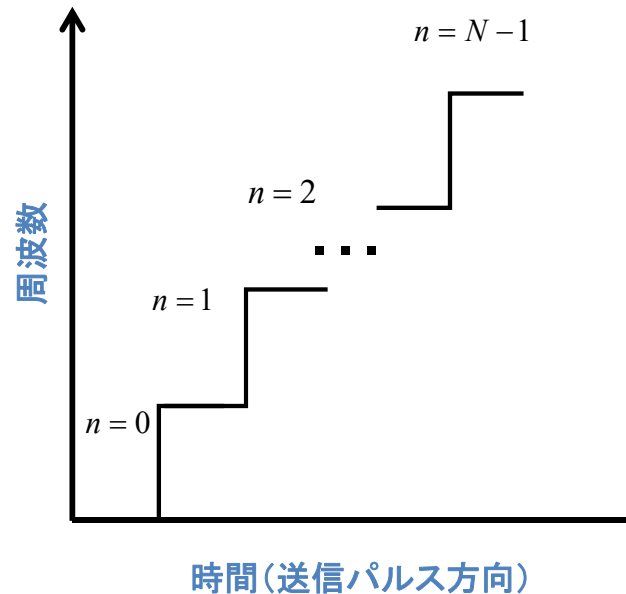


多周波ステップCPC方式の基盤となる合成帯域方式

合成帯域方式

- 受信信号の位相が、送信周波数方向に正弦波となる。その周期が距離となる

合成帯域方式の送信周波数ステップ

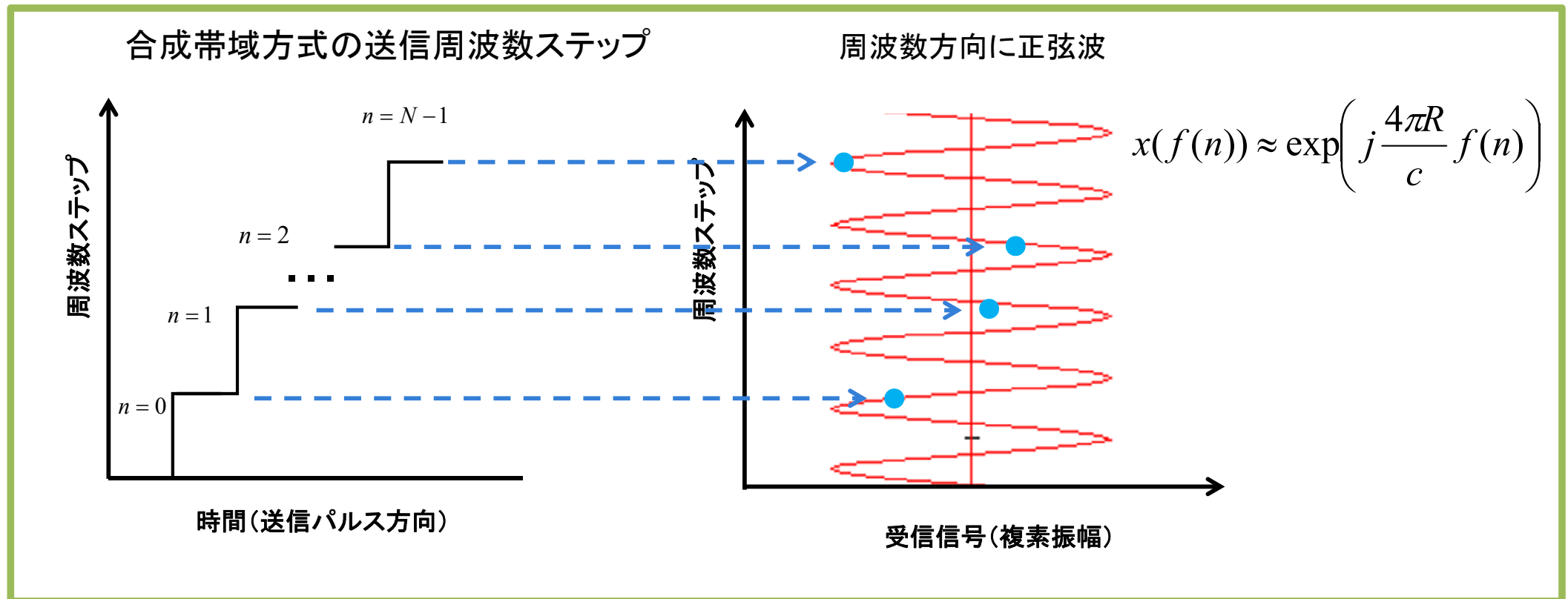


多周波ステップCPC方式の基盤となる合成帯域方式

合成帯域方式

- 受信信号の位相が、送信周波数方向に正弦波となる。その周期が距離となる

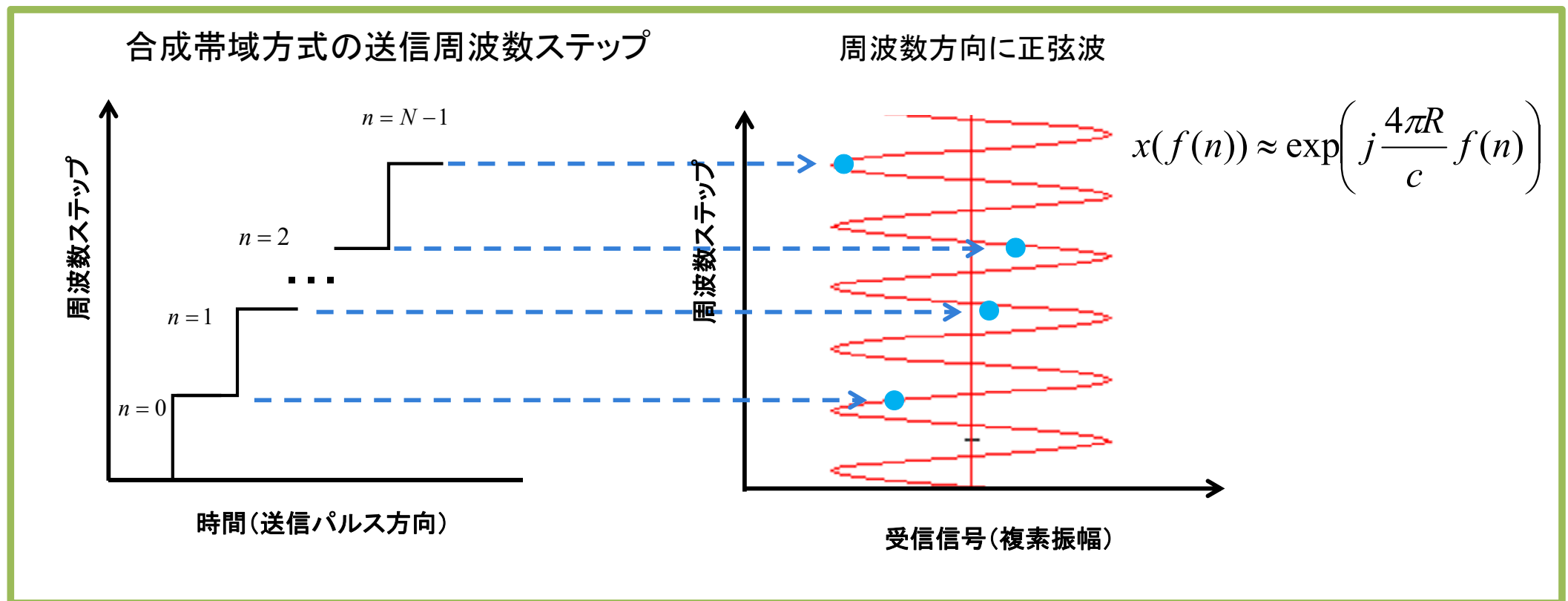
$$x(f(n)) \approx \exp\left(j \frac{4\pi R}{c} f(n)\right)$$



多周波ステップCPC方式の基盤となる合成帯域方式

合成帯域方式

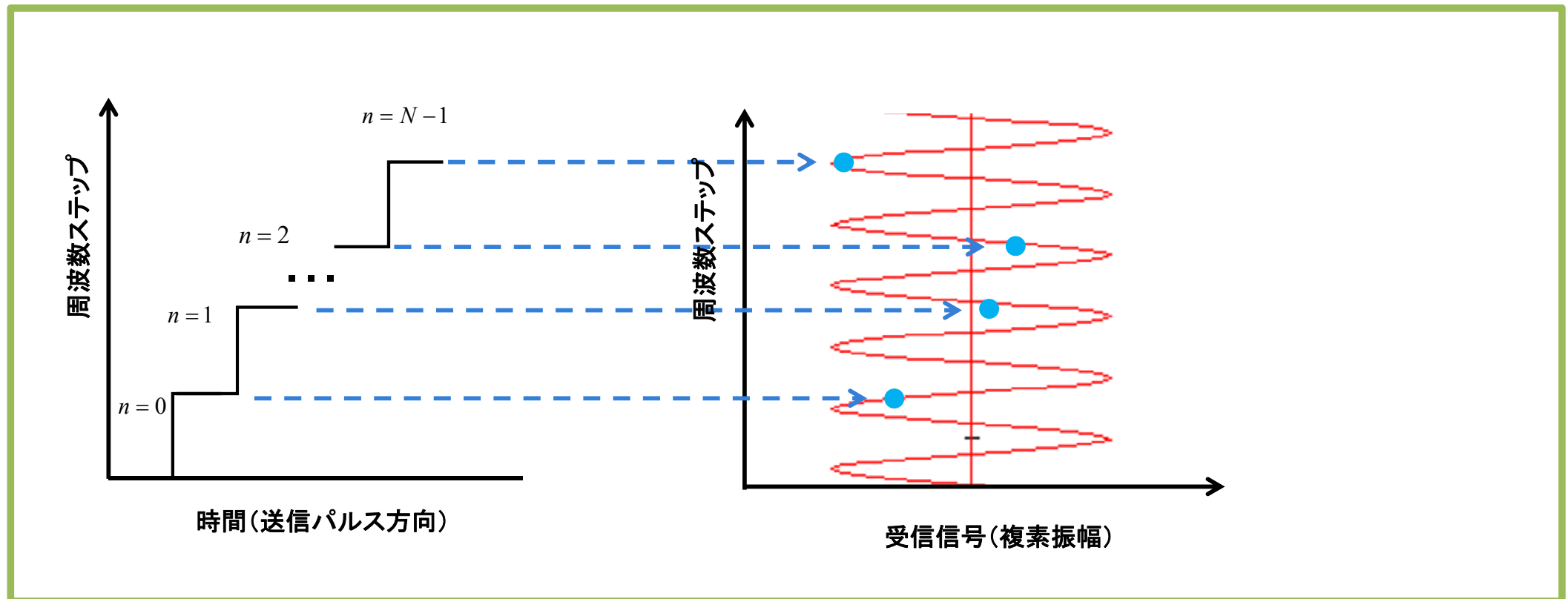
- 受信信号の位相が、送信周波数方向に正弦波となる。その周期が距離となる。
- 狭帯域の送信波を時間分割で送受信して、周波数方向の信号をスペクトル解析することで距離を計測する。 ⇒ **パルス方式(往復時間計測)より狭帯域、高精度**



多周波ステップCPC方式の基盤となる合成帯域方式

合成帯域方式

- 受信信号の位相が、送信周波数方向に正弦波となる。その周期が距離となる。
- 狭帯域の送信波を時間分割で送受信して、周波数方向の信号をスペクトル解析することで距離を計測する。 ⇒ パルス方式(往復時間計測)より狭帯域、高精度
- 受信機の周波数を送信に合わせ時分割で切り替えるので瞬時の受信機帯域幅が小さい ⇒ パルス方式より、遠距離性に優れる

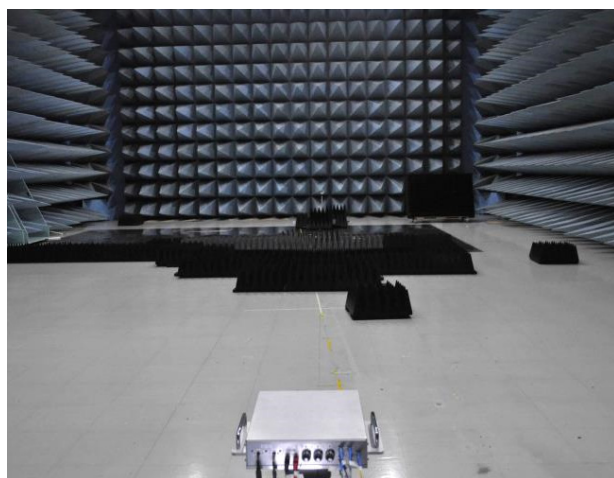


(1) 狭帯域・遠近両用小型レーダ技術の研究開発

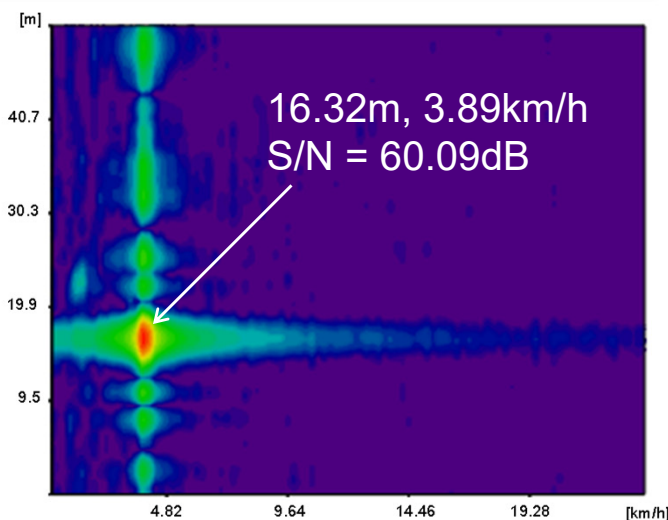
(総務省, 電波資源拡大のための研究開発, H26-28)

電波資源拡大のための研究開発の成果

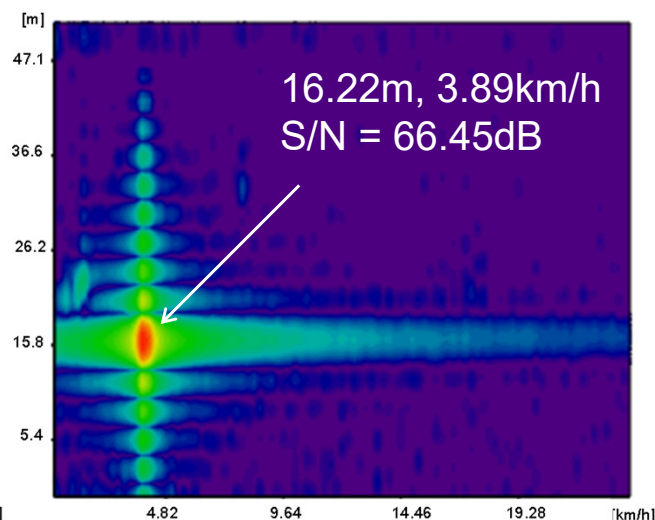
探知距離性能:



大型電波暗室におけるS/N比較実験



(a) パルス圧縮方式



(b) 多周波ステップCPC方式

半以下の占有帯域幅で、従来と同等の最大検知距離と距離分解能の比を実現可能であることを実証した。

(1) 狭帯域・遠近両用小型レーダ技術の研究開発

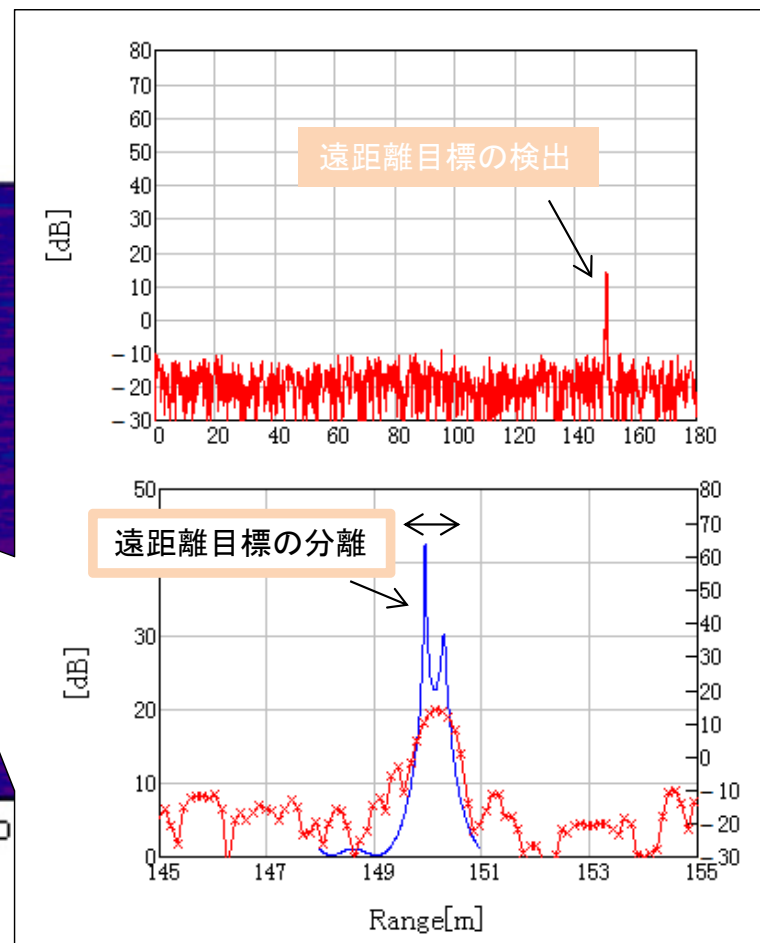
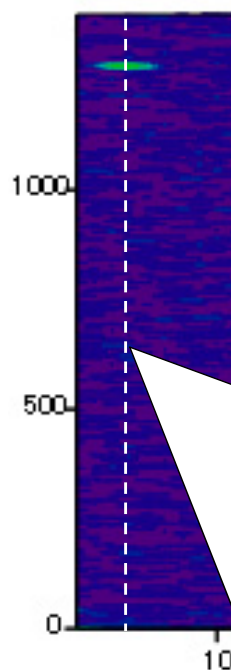
(総務省, 電波資源拡大のための研究開発, H26-28)

電波資源拡大のための研究開発の成果

遠近両用高分解能 :



日本自動車研究所総合試験路における総合試験



遠距離の近接物体を分離検知可能であることを確認し、遠距離性と分解能の両立が可能であることを実証した。

合成帯域方式レーダの研究開発

合成帯域方式レーダの研究開発

本日の主たる展示内容

(1) 狭帯域・遠近両用
小型レーダ技術の研究開発
(総務省, 電波資源拡大のための
研究開発, H26-H28)

多周波ステップCPC方式

↓ 多周波ステップ方式出力
を用いた時空間信号処理

不要波抑圧技術

目標追尾技術

目標認識技術

(2) 超広帯域コヒーレントレーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

別レーダ(ノンコヒーレント)の合成

スパース多周波ランダムステップ方式

(3) スパース周波数分割レーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), R1-R2)

スパース周波数不等間隔分割設
計技術

スパース周波数分割アダプティブ
技術

実用化

実用化にむけた取り組み

ライセンス契約(5件)

- 車載レーダ変復調方式評価プログラム
- 多周波ステップCPC解析プログラム
他3件

学術相談(5件)

- 車載用ミリ波レーダ変調方式の比
較検討
- 多周波ステップCPC方式を適用した
レーダのパラメータ設計

他3件

合成帯域方式レーダの研究開発

合成帯域方式レーダの研究開発

本日の主たる展示内容

(1) 狭帯域・遠近両用
小型レーダ技術の研究開発
(総務省, 電波資源拡大のための
研究開発, H26-H28)

多周波ステップCPC方式

↓ 多周波ステップ方式出力
を用いた時空間信号処理

不要波抑圧技術

目標追尾技術

目標認識技術

研究
発展
継続

(2) 超広帯域コヒーレントレーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

別レーダ(ノンコヒーレント)の合成

スパース多周波ランダム方式

実用化にむけた取り組み

ライセンス契約(5件)

- ・車載レーダ変復調方式評価プログラム
- ・多周波ステップCPC解析プログラム
他3件

学術相談(5件)

- ・車載用ミリ波レーダー変調方式の比較検討
- ・多周波ステップCPC方式を適用した
レーダのパラメータ設計
他3件

(3) スパース周波数分割レーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), R1-R2)

スパース周波数不等間隔分割設
計技術

スパース周波数分割アダプティブ
技術

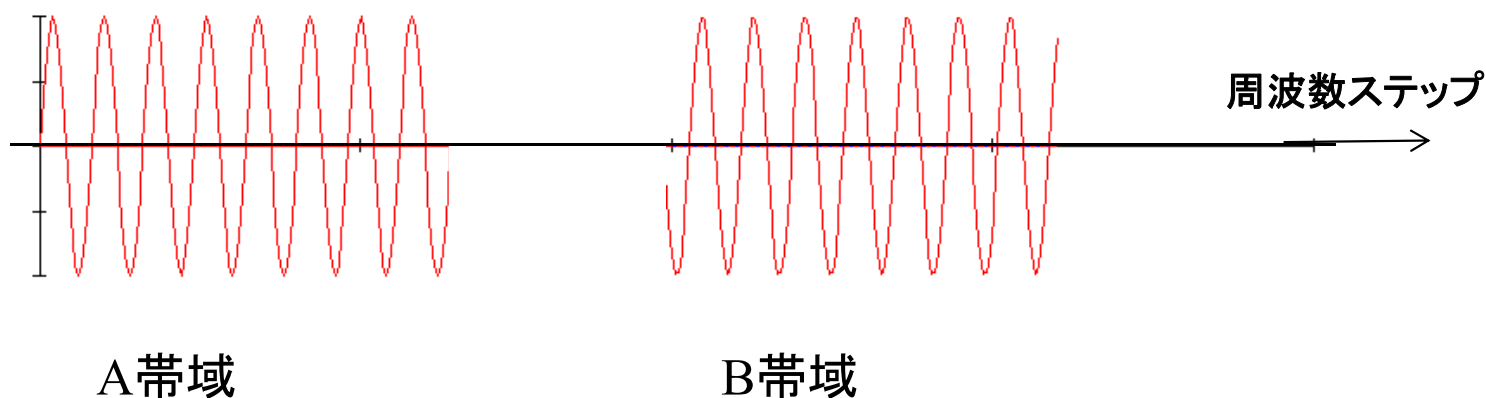
(2) 超広帯域コヒーレントレーダ技術の研究開発 (戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

計測信号

多周波ステップレーダ1

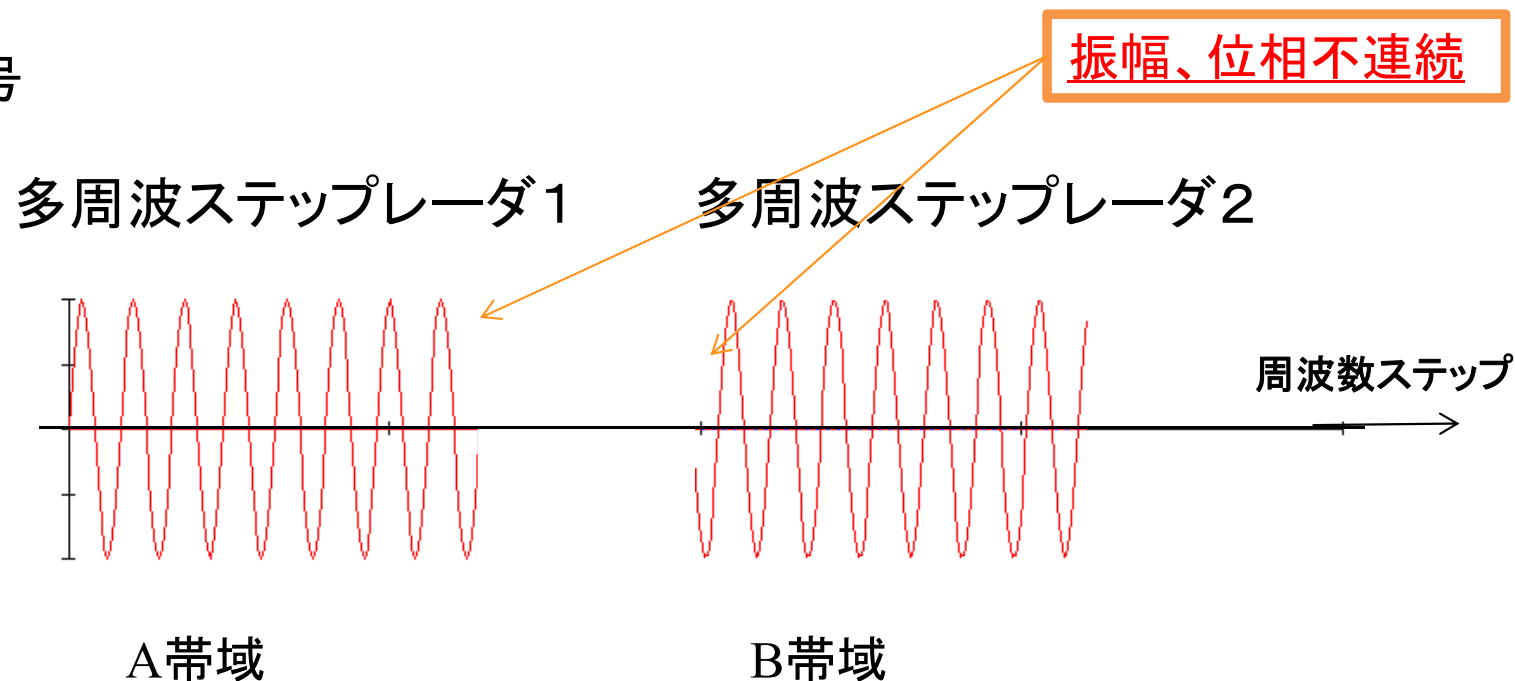
多周波ステップレーダ2



(2) 超広帯域コヒーレントレーダ技術の研究開発 (戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

計測信号



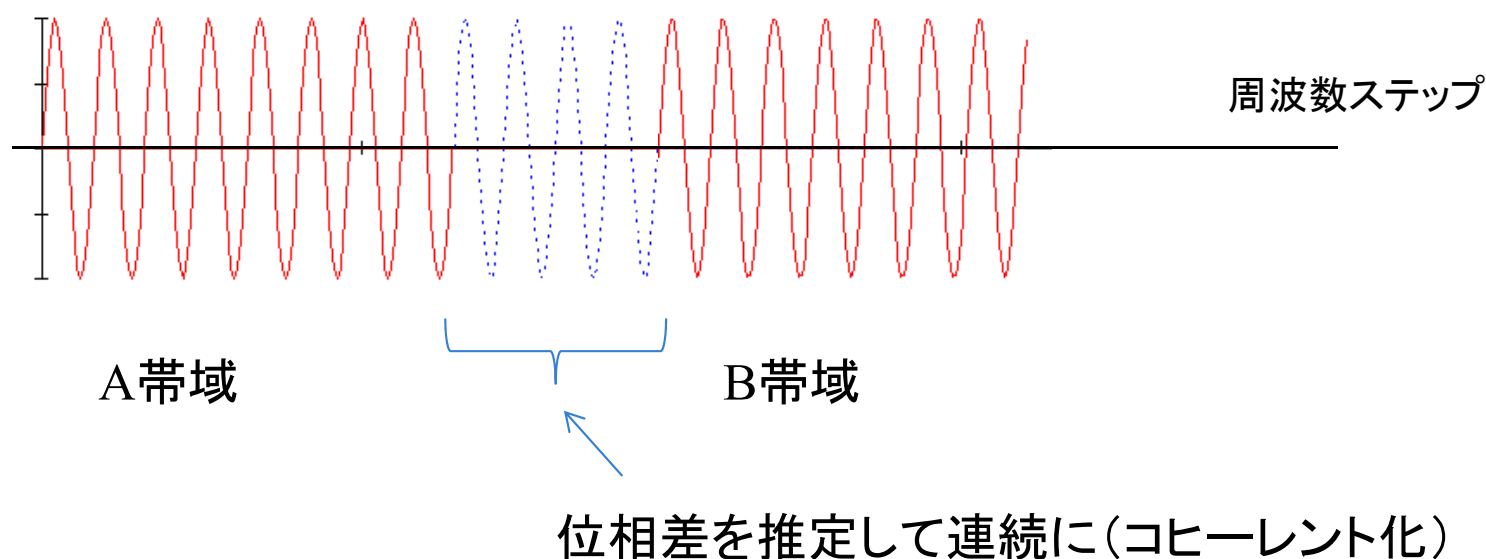
(2) 超広帯域コヒーレントレーダ技術の研究開発 (戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

計測信号

多周波ステップレーダ1

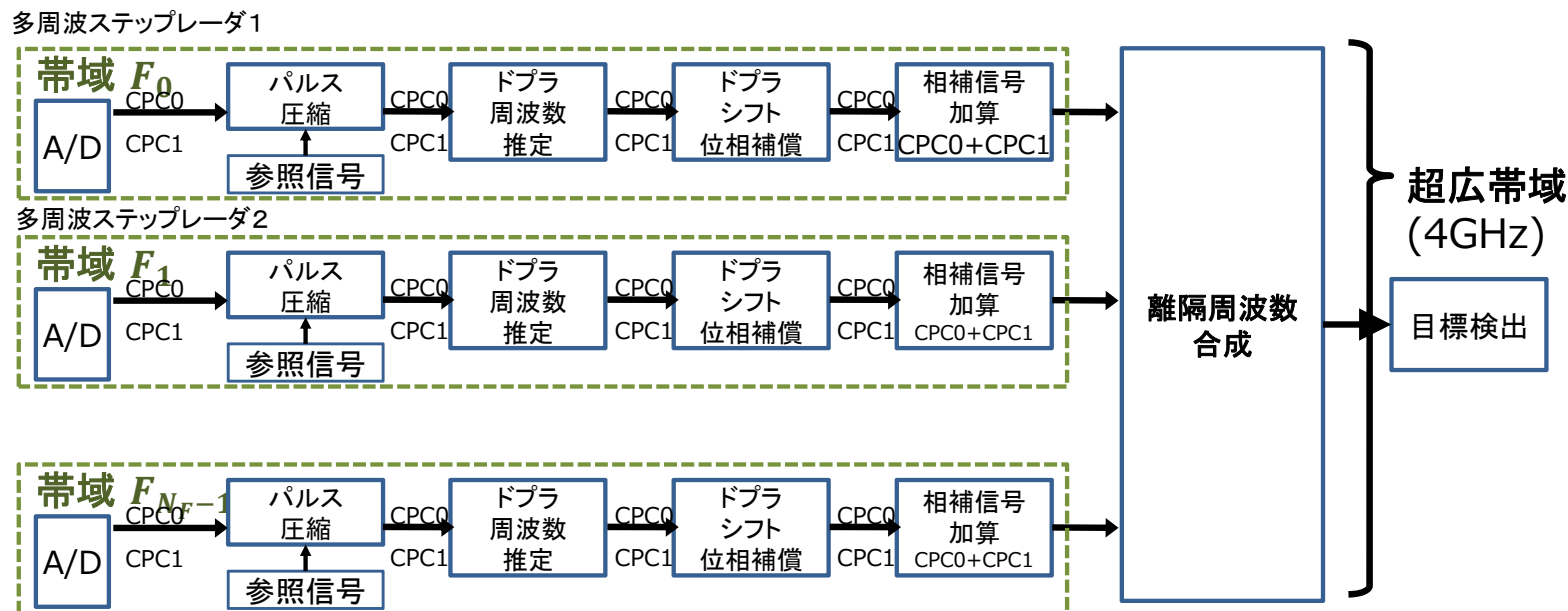
多周波ステップレーダ2



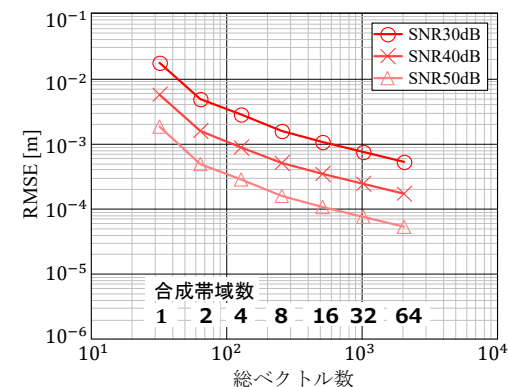
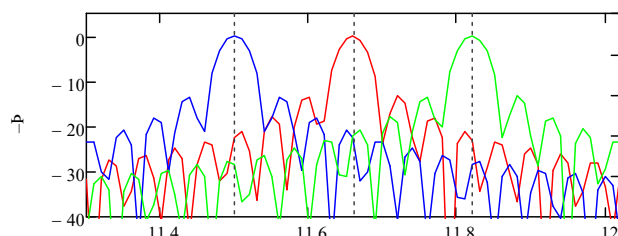
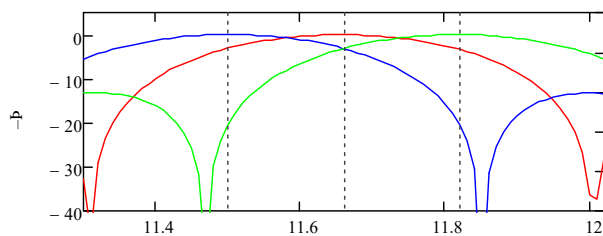
(2) 超広帯域コヒーレントレーダ技術の研究開発 (戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), H29-H30)

SCOPE研究開発の成果(1)

離隔多周波合成方式



離隔多周波合成信号処理ブロック図

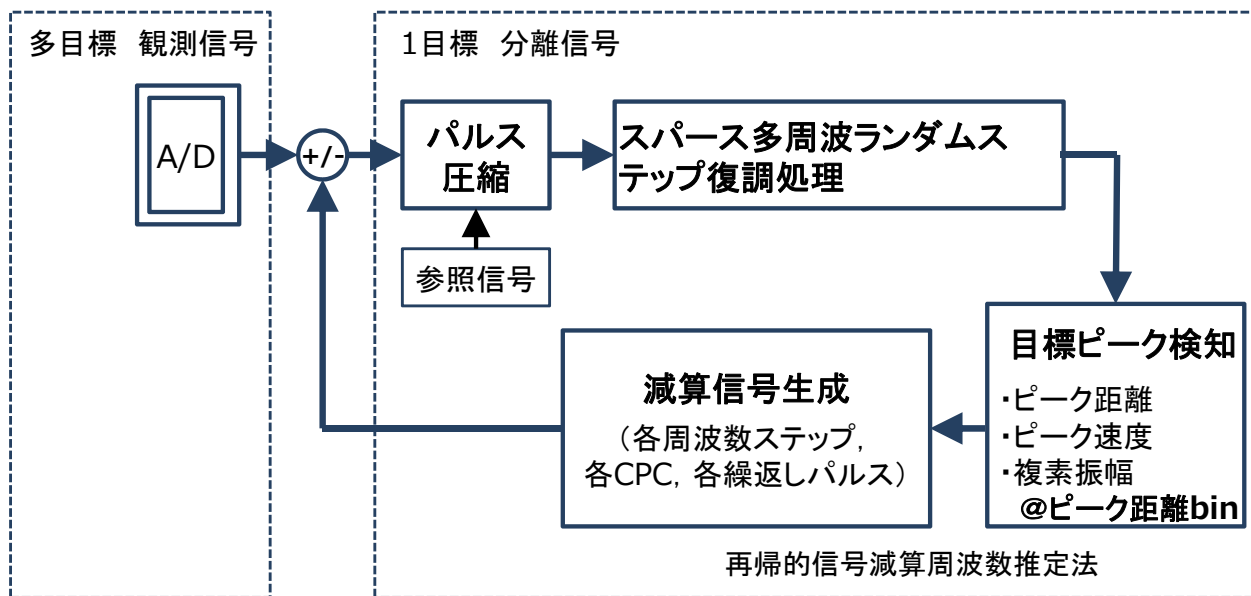


複数帯域をコヒーレント合成することで目標距離推定精度向上を実現した

(2) 超広帯域コヒーレントレーダ技術の研究開発 (戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), H29-H30)

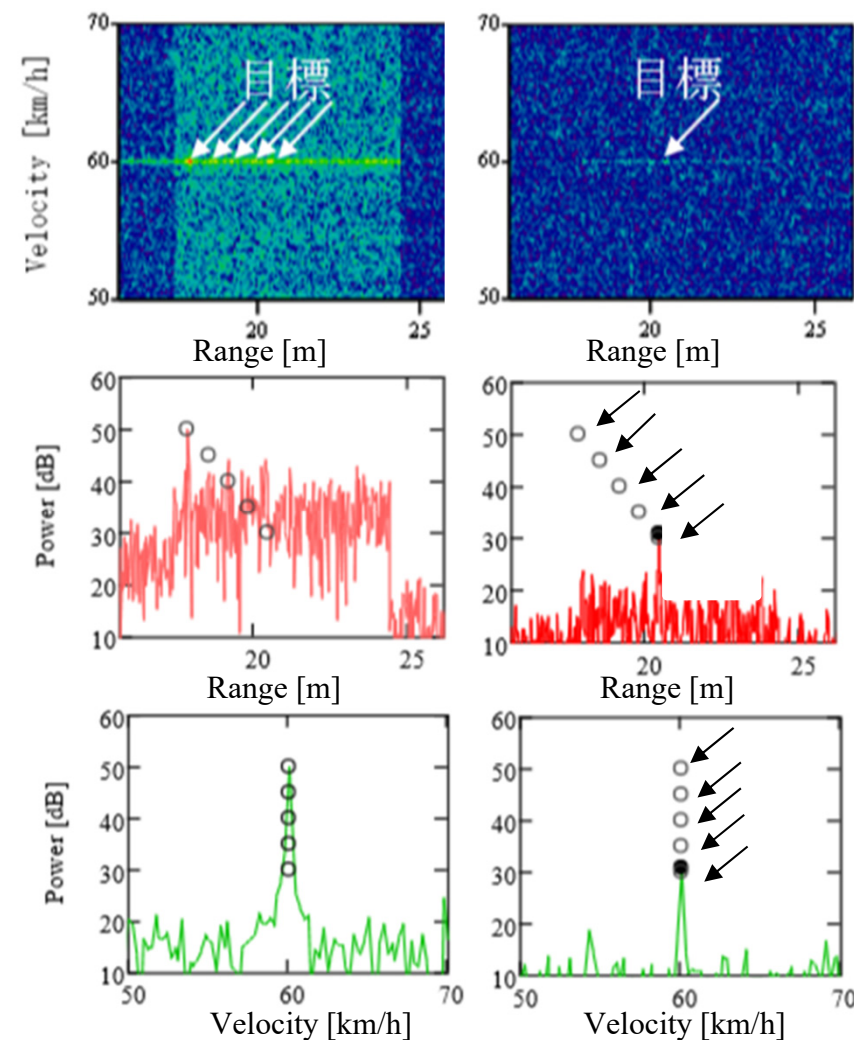
SCOPE研究開発の成果(2)

スパース多周波ランダム方式



再帰的信号減算周波数推定法に基づくスパース多周波ランダム方式
信号処理ブロック図

超広帯域に相当する距離分解能を維持しつつ、サイドローブに埋もれた小振幅目標を全て検知



観測信号

再帰的信号減算周波数推定法イテレーション最終

合成帯域方式レーダの研究開発

合成帯域方式レーダの研究開発

本日の主たる展示内容

(1) 狭帯域・遠近両用
小型レーダ技術の研究開発
(総務省, 電波資源拡大のための
研究開発, H26-H28)

多周波ステップCPC方式

↓ 多周波ステップ方式出力
を用いた時空間信号処理

不要波抑圧技術

目標追尾技術

目標認識技術

(2) 超広帯域コヒーレントレーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), H29-H30)

離隔多周波合成方式

別レーダ(ノンコヒーレント)の合成

スパース多周波ランダムステップ方式

実用化にむけた取り組み

ライセンス契約(5件)

- ・車載レーダ変復調方式評価プログラム
- ・多周波ステップCPC解析プログラム
他3件

学術相談(5件)

- ・車載用ミリ波レーダ変調方式の比較検討
- ・多周波ステップCPC方式を適用した
レーダのパラメータ設計
他3件

(3) スパース周波数分割レーダ
技術の研究開発
(戦略的情報通信研究開発推進事業
(SCOPE), R1-R2)

スパース周波数不等間隔
分割設計技術

スパース周波数分割アダ
プティブ技術

更なる
発展

(3) スパース周波数分割レーダ技術の研究開発

(戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), R1-R2)

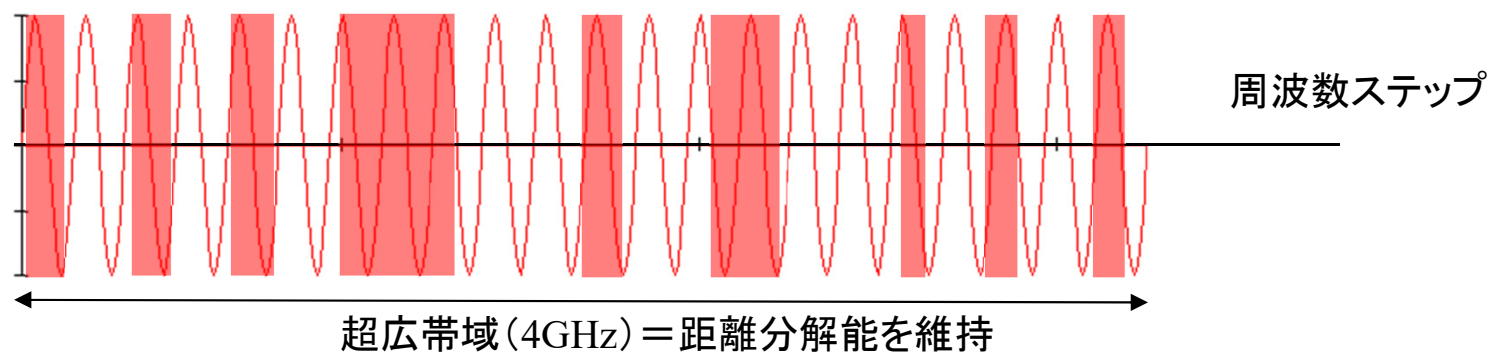
スパース周波数不等間隔分割設計技術

多周波ステップ方式: 瞬時瞬時の送受信帯域幅が狭いことを更に活用

⇒ 分解能を劣化させずに、複数のレーダを非同期で共存(多重化)させ周波数の有効利用を図る

計測信号

■ 多周波ステップレーダ1



(3) スパース周波数分割レーダ技術の研究開発 (戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), R1-R2)

スパース周波数不等間隔分割設計技術

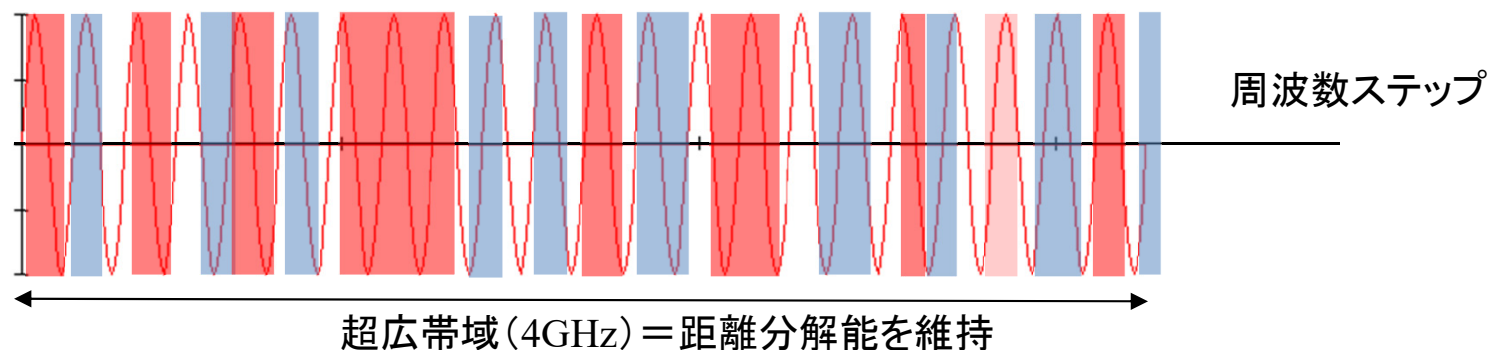
多周波ステップ方式: 瞬時瞬時の送受信帯域幅が狭いことを更に活用

⇒ 分解能を劣化させずに、複数のレーダを非同期で共存(多重化)させ周波数の有効利用を図る

計測信号

■ 多周波ステップレーダ1

■ 多周波ステップレーダ2



(3) スパース周波数分割レーダ技術の研究開発

(戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE), R1-R2)

スパース周波数不等間隔分割設計技術

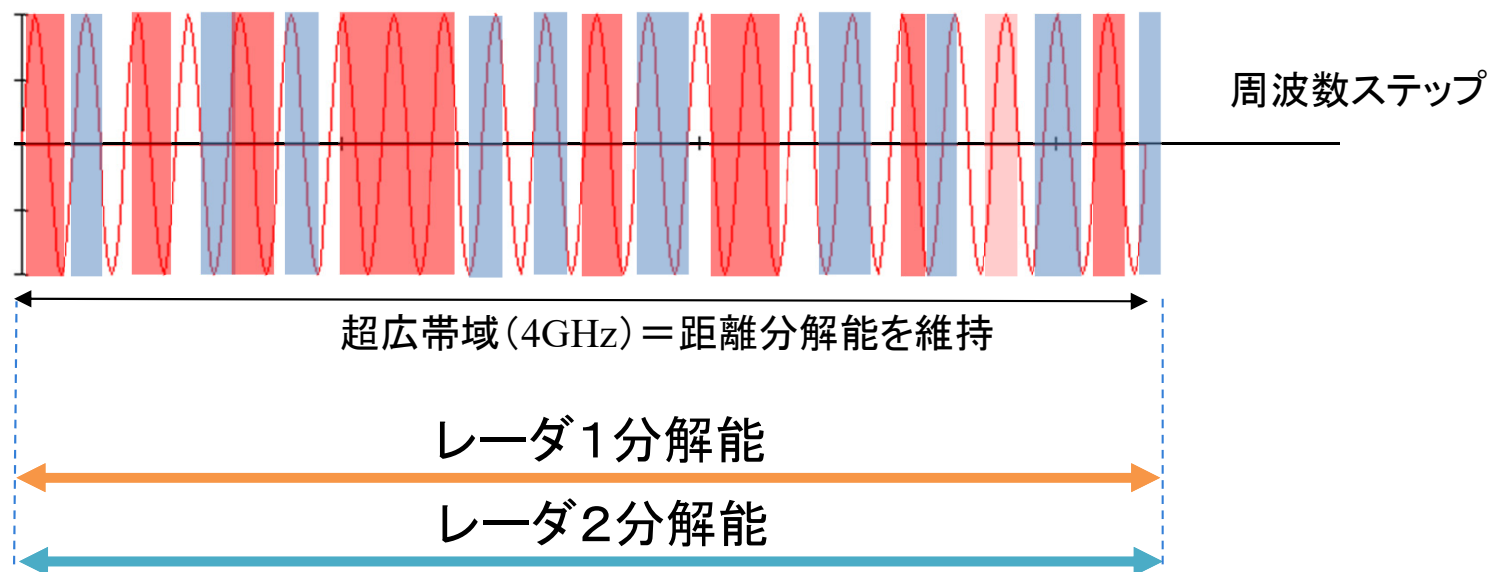
多周波ステップ方式: 瞬時瞬時の送受信帯域幅が狭いことを更に活用

⇒ 分解能を劣化させずに、複数のレーダを非同期で共存(多重化)させ周波数の有効利用を図る

計測信号

■ 多周波ステップレーダ1

■ 多周波ステップレーダ2



それぞれのレーダが、全帯域相当の分解能が得られることを目指している。