#### 船舶用固体素子レーダー関連資料

【資料番号】 【資料名】

- ・・・ 固体素子を用いた船舶用 9GHz 帯レーダーの 委員会資料 1-4 別紙1

研究開発

別紙 2 固体素子レーダーの概要 委員会参考資料 1-2

別紙 1

# 「固体素子を用いた船舶用9GHz帯レーダーの研究開発」

### 1. 開発目的

本研究開発では、レーダの狭帯域化を可能とする固体化素子を用いた9GHz帯船舶用レーダ装置を試作し、送信波の狭帯域化・スプリアス低減化技術の有効性を確認する。また、船舶用レーダとしての実用性を確認するため、既存のマグネトロンレーダと対比させながら、様々な気象・海象条件下における探知性能等の評価実験を行う。

#### 2. 開発目標

#### 送信波の狭帯域化に関する研究開発

- ①空中線の送信出力で300W以上 (増幅器出力で350W以上)
- ②狭帯域化の実現 (80nsパルス幅時に70MHz離調で-40dBc以下)
- ③周波数安定度10-5の実現

#### スプリアス低減技術に関する研究開発

①ITUのスプリアス基準の実現 (新スプリアス基準+スロープ-40dB/dec)

#### 既存船舶用レーダーと同程度の性能を確保するための技術の研究開発

- ①IMOのレーダー性能基準の実現
- ②既存レーダーと同等探知性能の実現
- ③クラッタ環境下における探知性能の向上
- ④レーダー干渉除去性能の評価

# 試作機の外観および主な仕様



高出力增幅回路

送受信回路



信号処理回路







空中線内部

#### レーダーの主な仕様

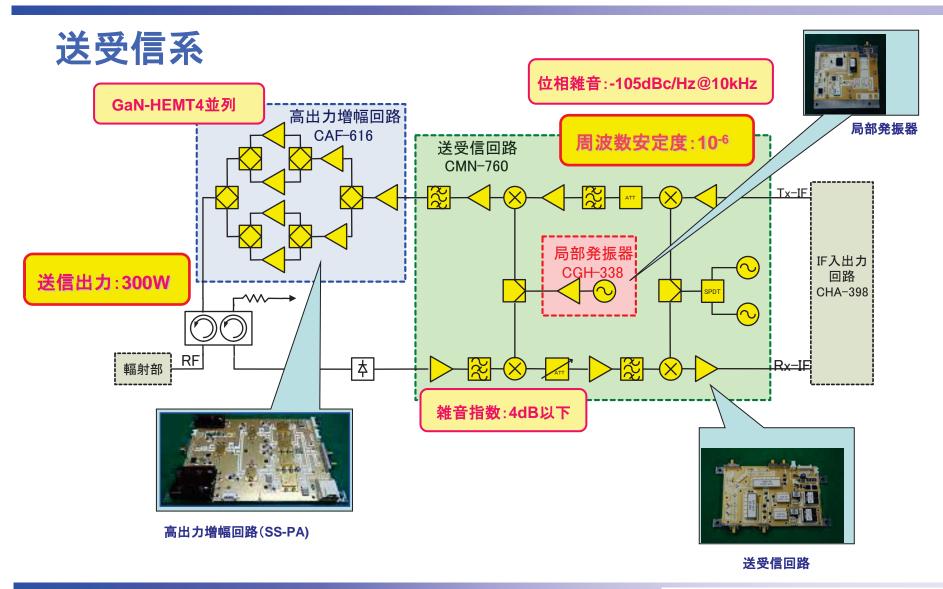
項目	仕様
送信尖頭電力	300W
送信周波数	9410 MHz (P0N)/ 9430 MHz(Q0N)
空中線ビーム幅	水平0.8度/垂直20度(9ftアンテナ時)
空中線回転速度	16 / 24 rpm
パルス繰返周波数	640 / 1280 / 2280 / 4100 Hz
パルス幅	無変調パルス 0.08 ~ 0.57 μs 周波数変調パルス 4.6~ 18.3 μs
信号処理	パルス圧縮 (最大圧縮比 512), ドップラバンク(最大32バンク), 改良型OS-CFAR,干渉除去



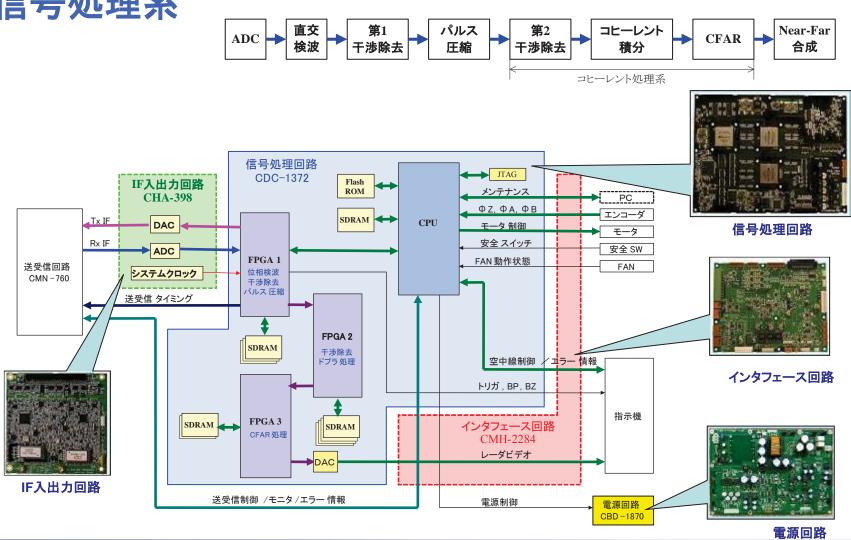
指示機



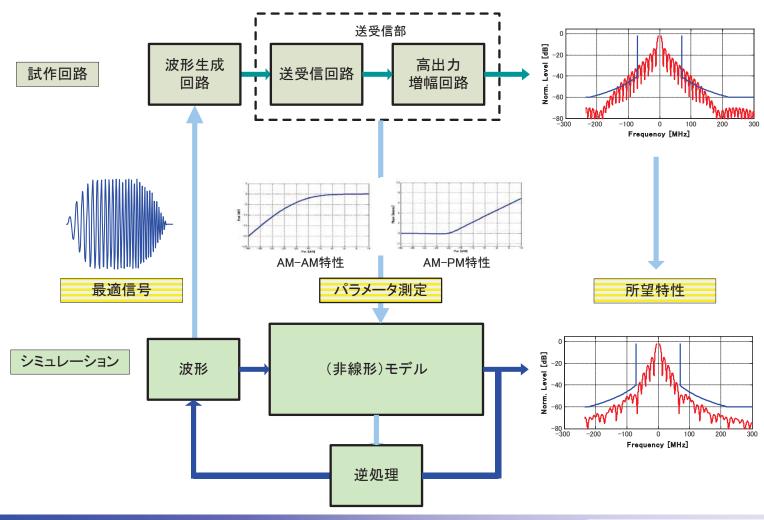
レーダーデータ収集再生装置



#### 信号処理系

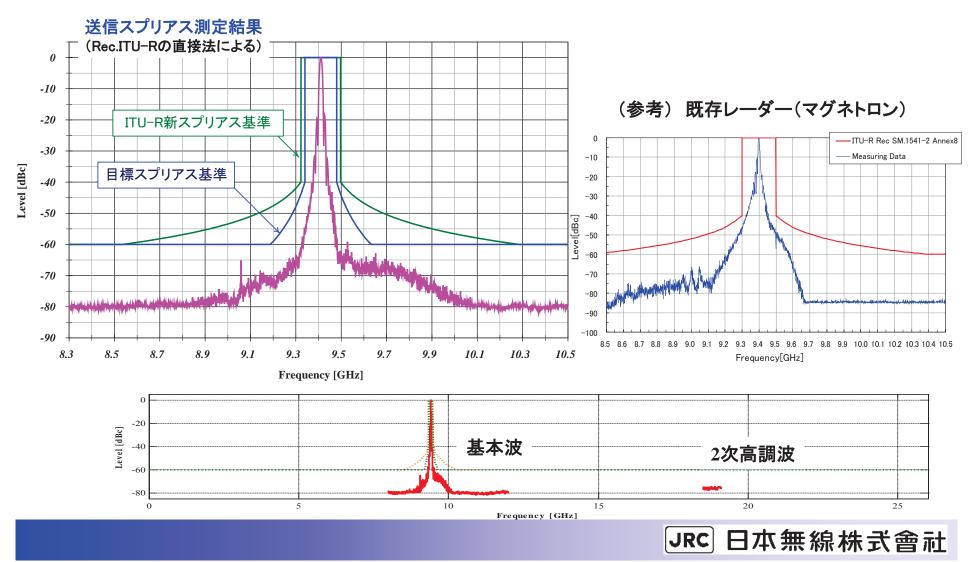


# 種信号の生成

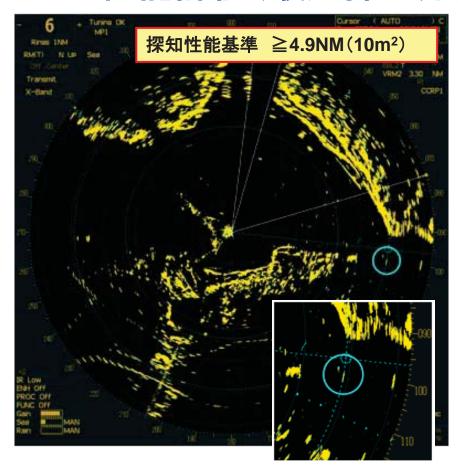




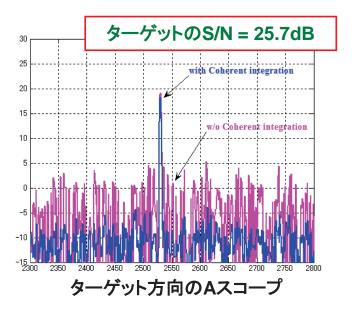
# スプリアス評価(直接法による測定結果)



### レンジ性能評価(最大探知距離)



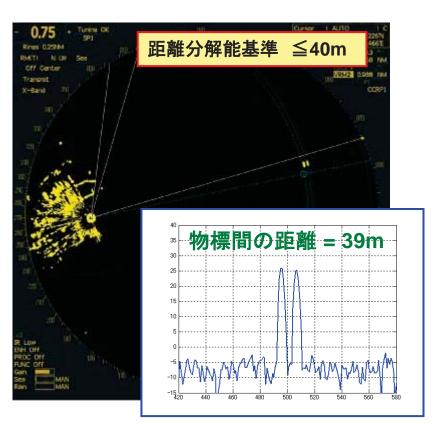
4.9 NM における 10 m<sup>2</sup> の探知 B=28MHz, T=4.6μs



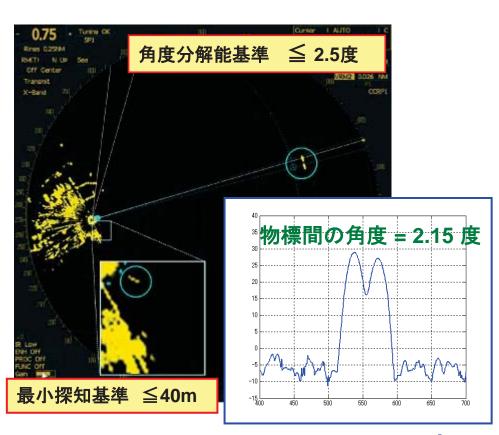
最大探知距離 = 11.4 NM

既存レーダ: 10.7 NM(計算値) (Pt=25kW、T=0.15µs)

### レンジ性能評価(分解能、最小探知距離)



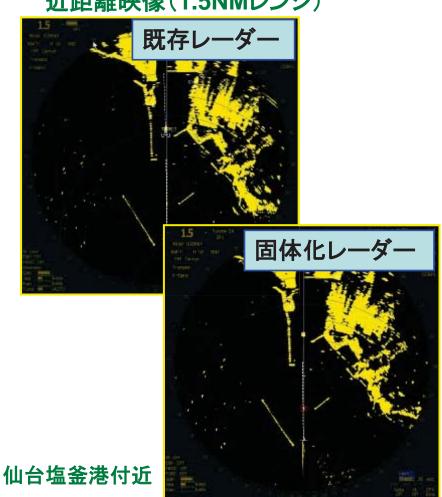
距離分解能 = 21 m



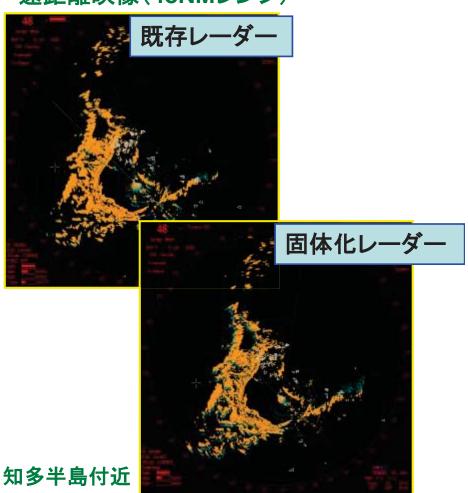
距離分解能 = 2.0 度

# 既存レーダーとの比較

近距離映像(1.5NMレンジ)

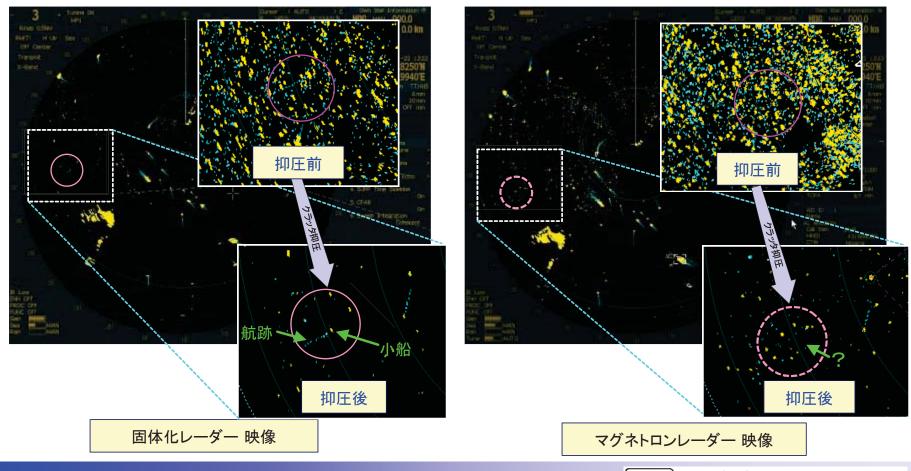


遠距離映像(48NMレンジ)

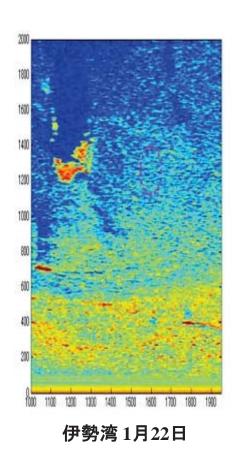


JRC 日本無線株式會社

# レーダー性能評価(クラッタ内目標の探知性能)



# レーダー性能評価(シークラッタ内目標のS/C改善)



Target & clutter

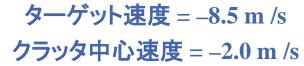
Clutter

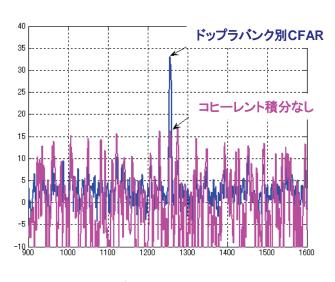
Pazilem 20

10

Relative velociy [m/s]

ターゲット周辺のドップラ速度成分

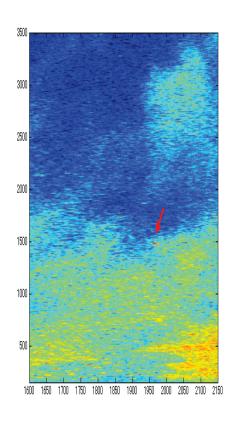




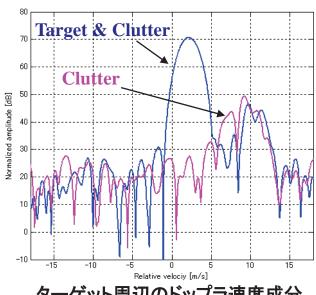
ターゲット周辺の S/C

S/C 改善 = 17 dB

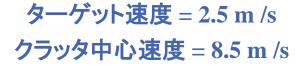
# レーダー性能評価(ウェザクラッタ内目標のS/C改善)

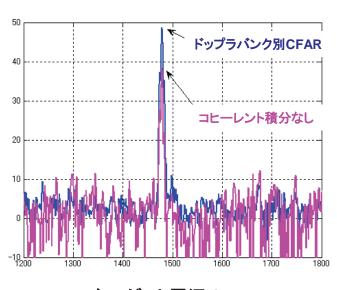


勝浦沖12月8日



ターゲット周辺のドップラ速度成分

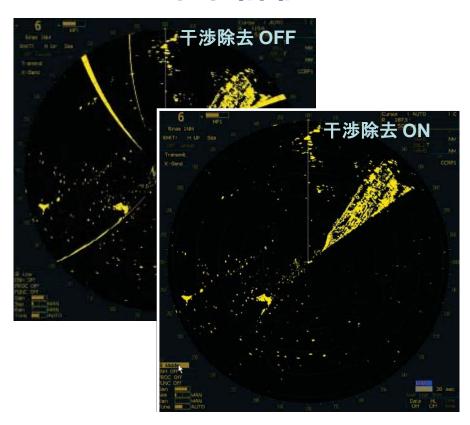




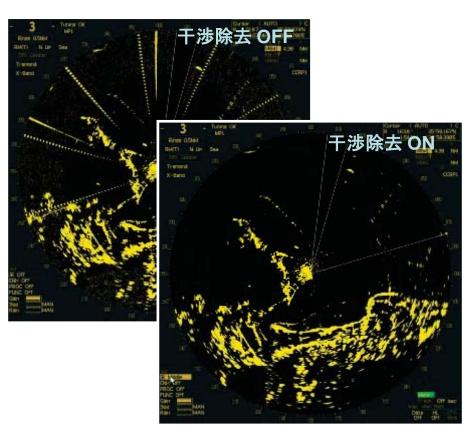
ターゲット周辺の S/C

S/C 改善 = 10.3 dB

# レーダー干渉評価



固体化レーダー → マグネトロンレーダー



固体化レーダー → 固体化レーダー

#### 5. まとめ

#### 開発目標

#### 成果

#### 送信波の狭帯域化に関する研究開発

- ①空中線の送信出力で300W以上 (増幅器出力で350W以上)
- ②狭帯域化の実現 (80nsパルス幅時に70MHz離調で-40dBc以下)
- ③周波数安定度10-5の実現

- ①空中線の送信出力で300W以上 (増幅器出力で400W以上)
- ②狭帯域化の達成 (70nsパルス幅時に70MHz離調で-40dBc以下)
- ③周波数安定度10-6の達成

#### スプリアス低減技術に関する研究開発

①ITUのスプリアス基準の実現 (新スプリアス基準+スロープ-40dB/dec)



①厳しいスプリアス基準の達成 (B-40:140MHz以下、帯域外領域のマスクスロープ -40dB/dec、スプリアス領域レベル-60dBc以下)

#### 既存船舶用レーダーと同程度の性能を確保するための技術の研究開発

- ①IMOのレーダー性能基準の実現
- ②既存レーダーと同等探知性能の実現
- ③クラッタ環境下における探知性能の向上
- 4レーダー干渉除去性能の評価

- ①IMOのレーダー性能基準の達成
- ②既存レーダーと同等探知性能の達成
- ③クラッタ環境下における探知性能の向上を確認 (改善度10dB以上)
- ④レーダー干渉除去機能の有効性を確認 (同種及び異種レーダー間干渉において)

# 固体素子レーダーの概要



平成23年11月4日

# 何故, 固体素子?

#### 1)市場の要望

安全に対する意識が強まり、レーダーの使用頻度が上昇。 ⇒ 高価なマグネトロン交換による維持費負担が増大。



維持費負担の少ないレ ーダーの要望

#### 2) 周波数の有効利用

通信のブロードバンド化により、大容量の情報を高速通信するためにマイクロ波帯やミリ波帯での通信が必要となった。



レーダーの割当周波数 帯域の狭帯域化の要求

#### 3)IMOルールの変更

新IMOレーダー性能基準MSC192(79)が施行された。



船舶搭載用の新技術レーダーの可能性を示唆

#### 4) 高出力高周波デバイスの普及

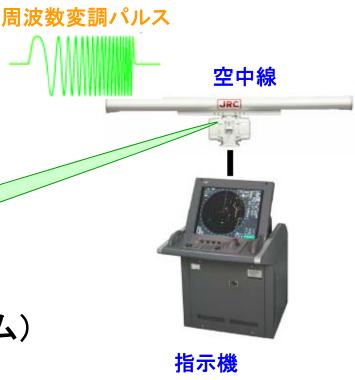
ブロードバンド通信では、広範囲に大容量の情報を高速通信するので、高出力の高周波数デバイスが必要不可欠。



高出力マイクロ波デバイ スが利用可能

# 固体素子レーダーの特徴

- 半導体送信機の搭載 (マグネトロン不要)
- パルス圧縮システム
- 電波の位相情報を活用した 信号処理(コヒーレントシステム)
- IMO 適合
- 不要電波の抑制 (ITU-R 将来的なスプリアス規制強化に有利)



# システム構成は?

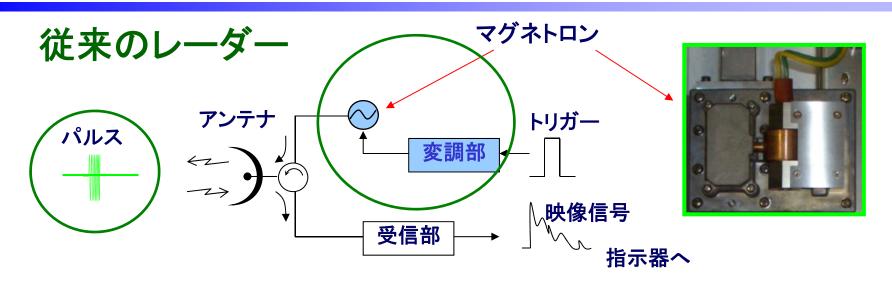
JRC

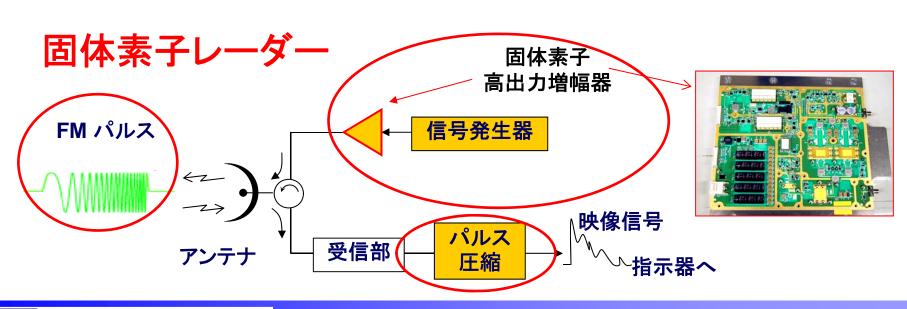
空中線

- ・空中線と指示機の2ユニットレーダー
- ・送受信部と信号処理部は空中線に内臓
- ・指示機は従来レーダー指示機と共通仕様

#### 機能ブロック 送受信部 信号処理部 輻射部 空中線 ロータリージョイント 送受信部 信号処理部 送信系 波形発生 レーダー 回転駆動 指示機 機構 制御 複合 局部発振器 ケーブル 受信系 信号処理 レーダー指示機

# どこが違う?





# どんなメリットが?

- 1) 保守コストが低減
  - 消耗品のマグネトロンを使用しない
- 2) 新技術により近距離映像が改善される
  - ドップラーフィルタ シークラッタの中から移動体を識別
- 3) 同調調整が不要
- 4) 予熱時間なし

# 開発の経緯

#### 3GHz帯 船舶用固体素子レーダー

平成17年度~平成19年度 プロトタイプ開発

平成20年9月 欧州 MED 検定取得

平成23年5月 製品化

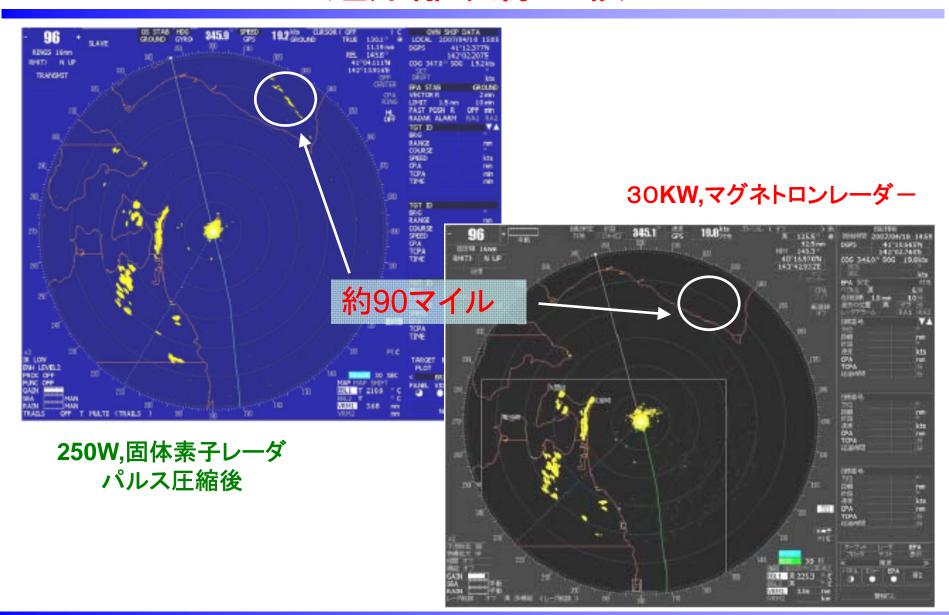
#### 9GHz帯 船舶用固体素子レーダー

平成19年度~平成21年度

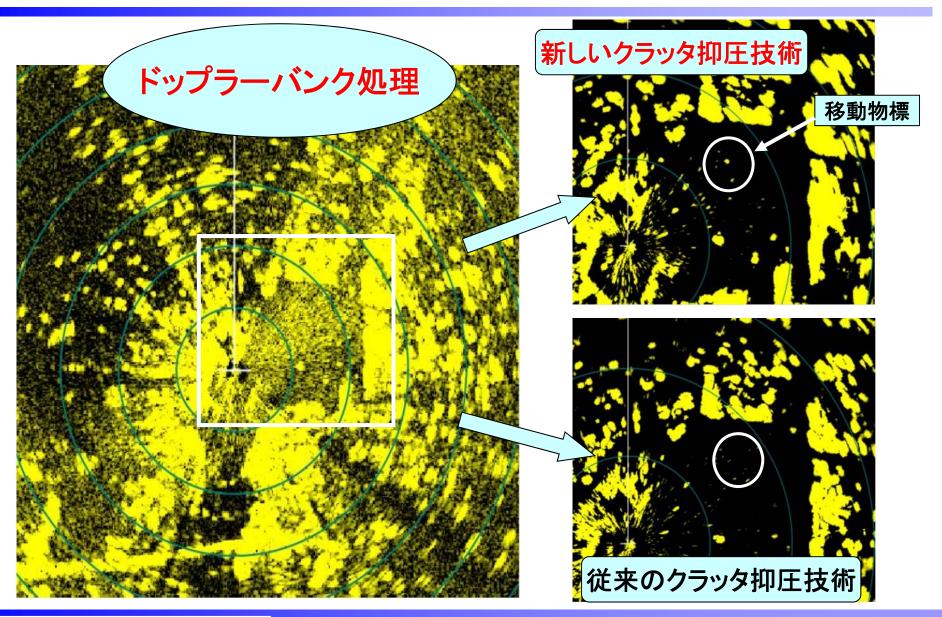
総務省: 電波資源拡大のための研究開発

「固体素子を用いた船舶用9GHz帯レーダーの研究開発」

# 遠距離映像比較



# 探知性能ークラッタ抑圧

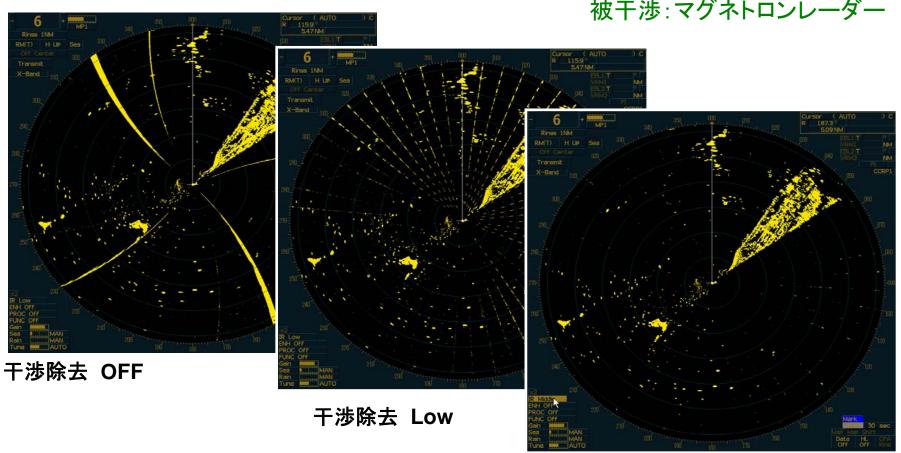


# 干涉除去

# 既存レーダへの影響

干渉源: 固体素子レーダー

被干渉:マグネトロンレーダー



干渉除去 Middle

# ご清聴ありがとうございました

