

「固体素子を用いた船舶用9GHz帯レーダーの研究開発」

JRC 日本無線株式会社

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

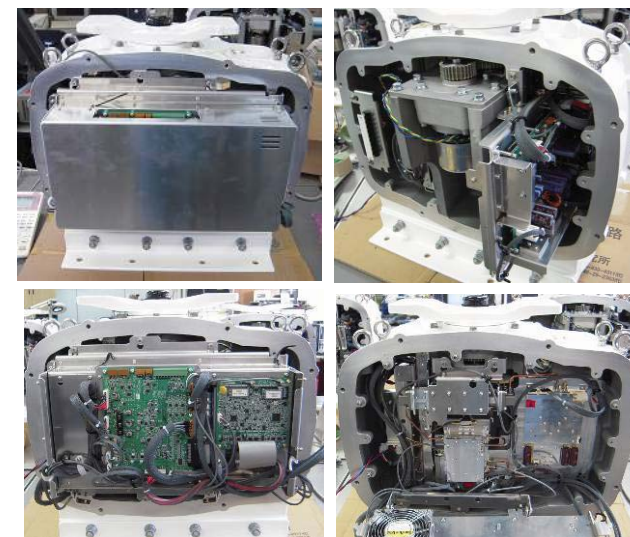
3. 試作機概要

試作機の外観および主な仕様



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 (PON) / 9430 MHz (QON)
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 μ s 周波数変調パルス 4.6 ~ 18.3 μ s
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



空中線内部



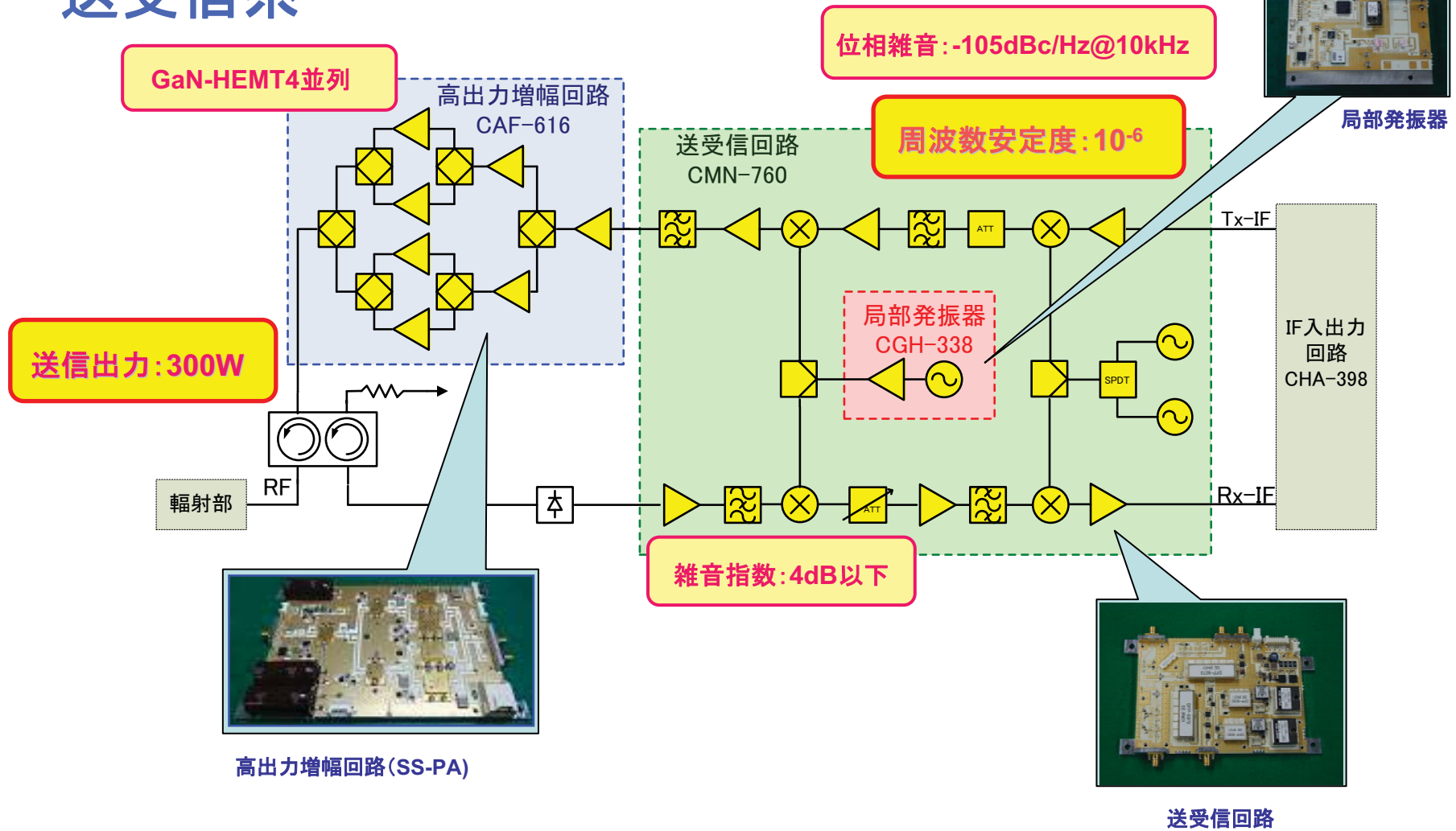
指示機



レーダーデータ収集再生装置

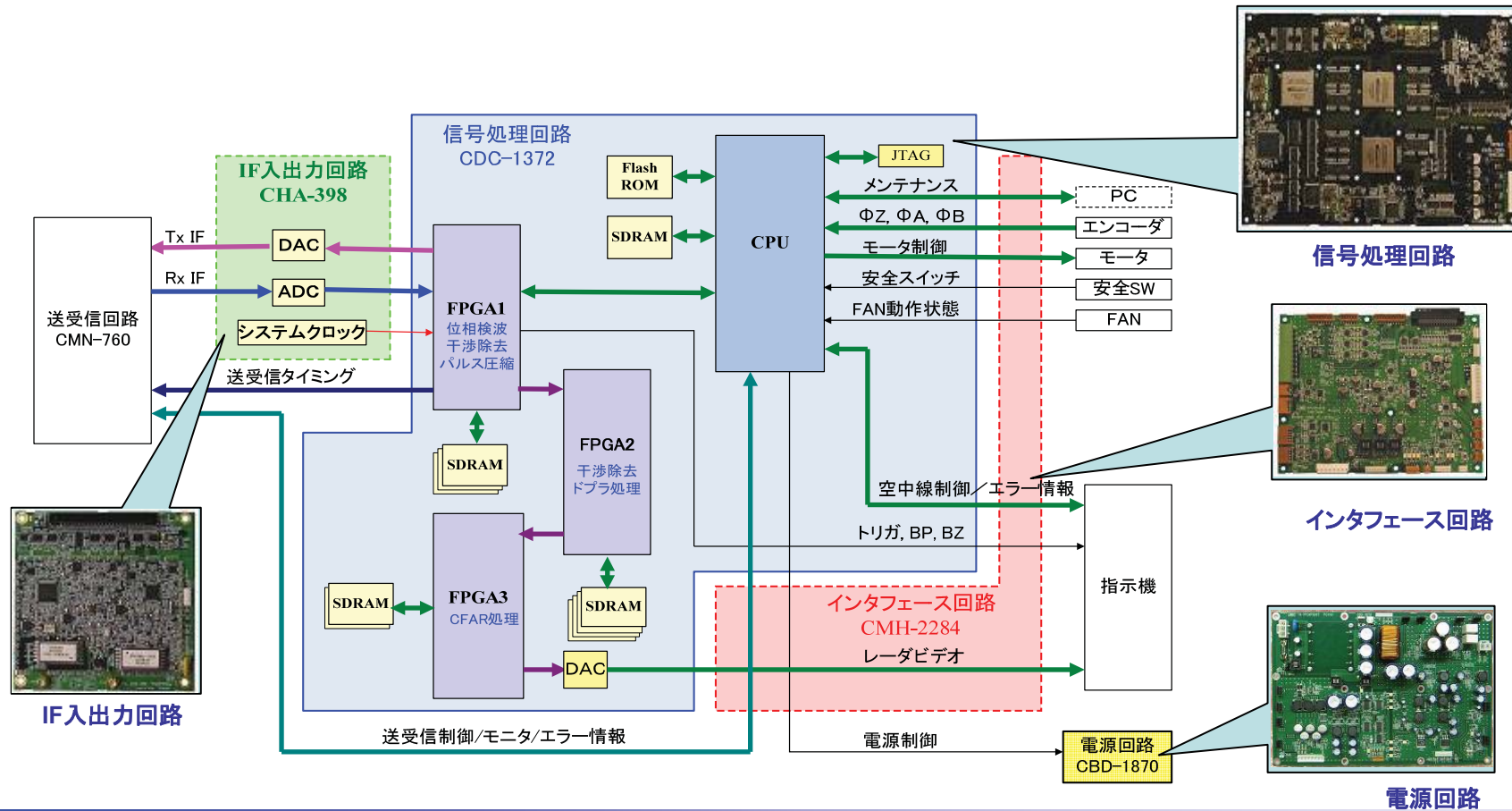
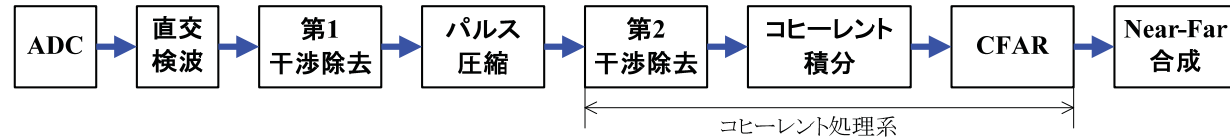
3. 試作機概要

送受信系



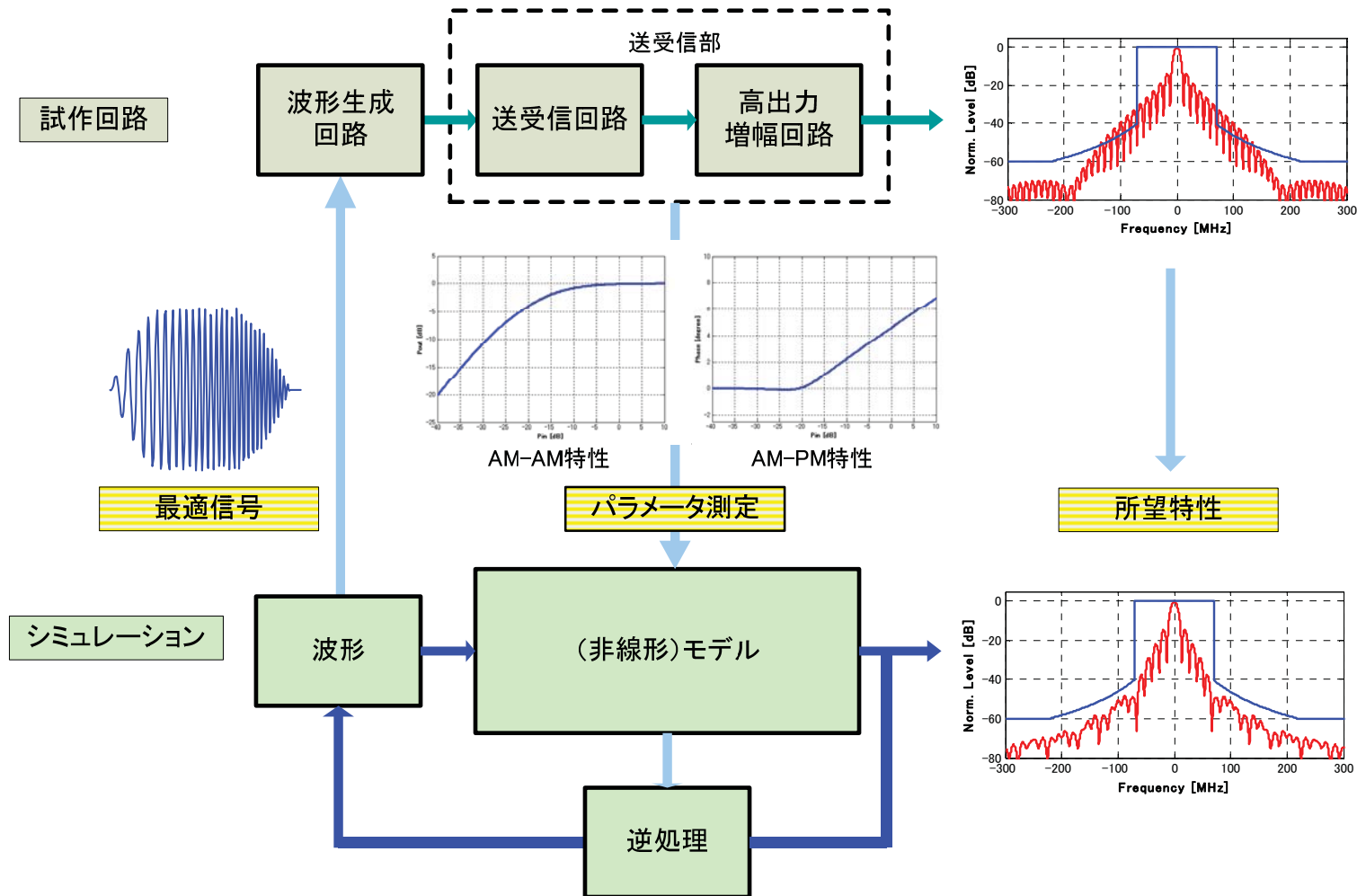
3. 試作機概要

信号処理系



3. 試作機概要

種信号の生成



4. 性能評価

性能評価実験



- ・スプリアス測定(直接法)
- ・レーダー干渉実験
(福島スカイパーク)



- ・海上実証実験
(伊勢湾海上交通センター)



- ・船上実証実験
北海道～東京～名古屋



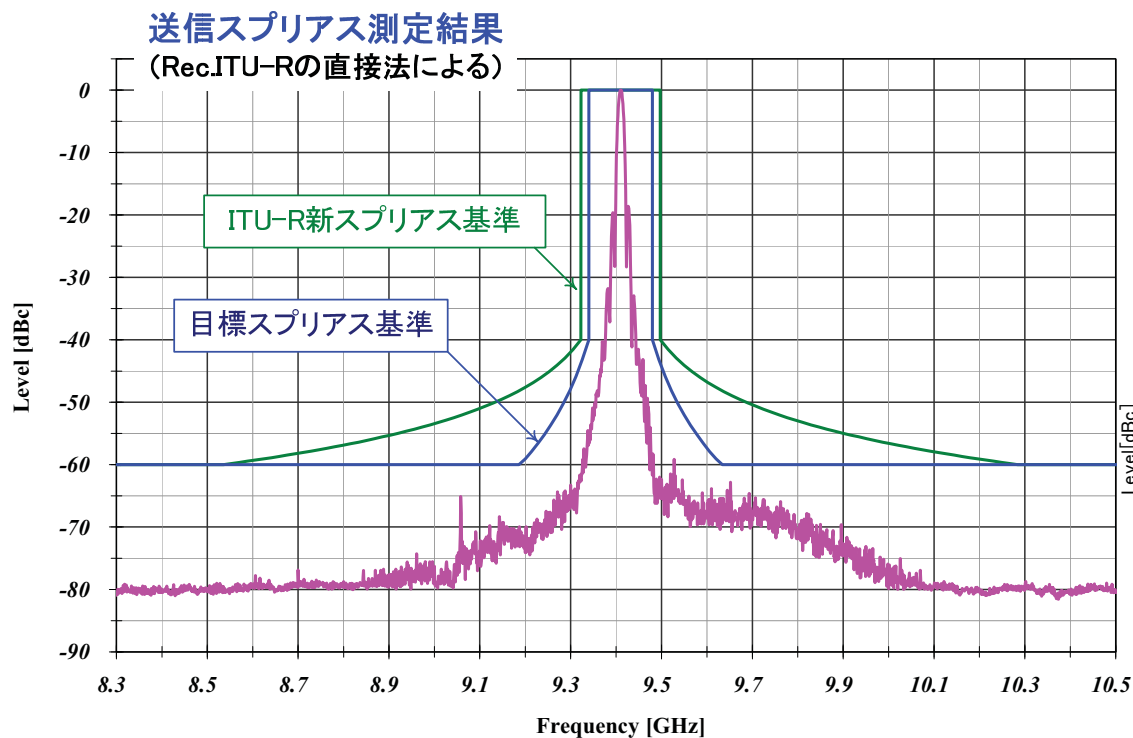
- ・レーダー性能評価
(霞ヶ浦)



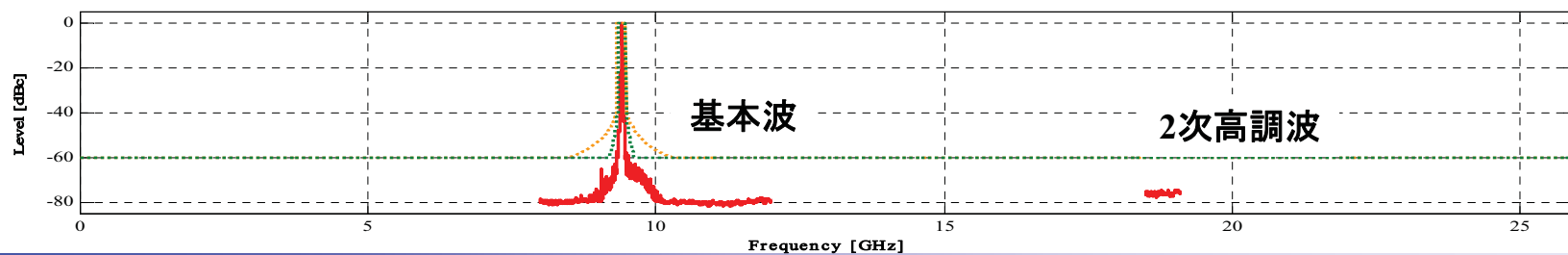
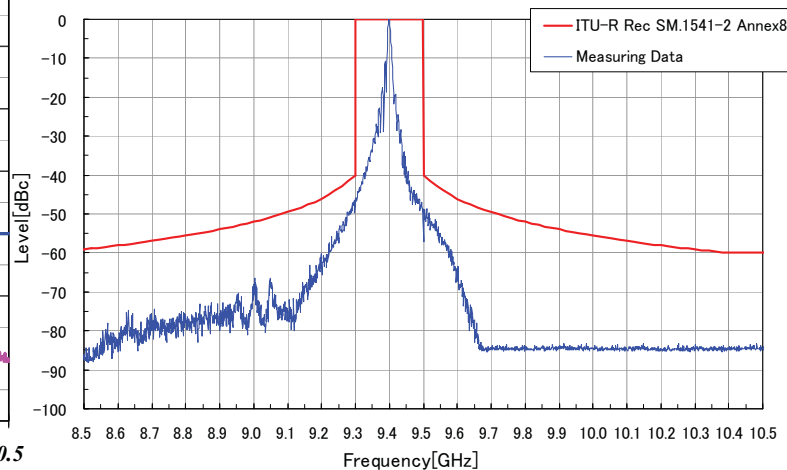
- ・総合調整・評価
(日本無線)

4. 性能評価

スプリアス評価(直接法による測定結果)

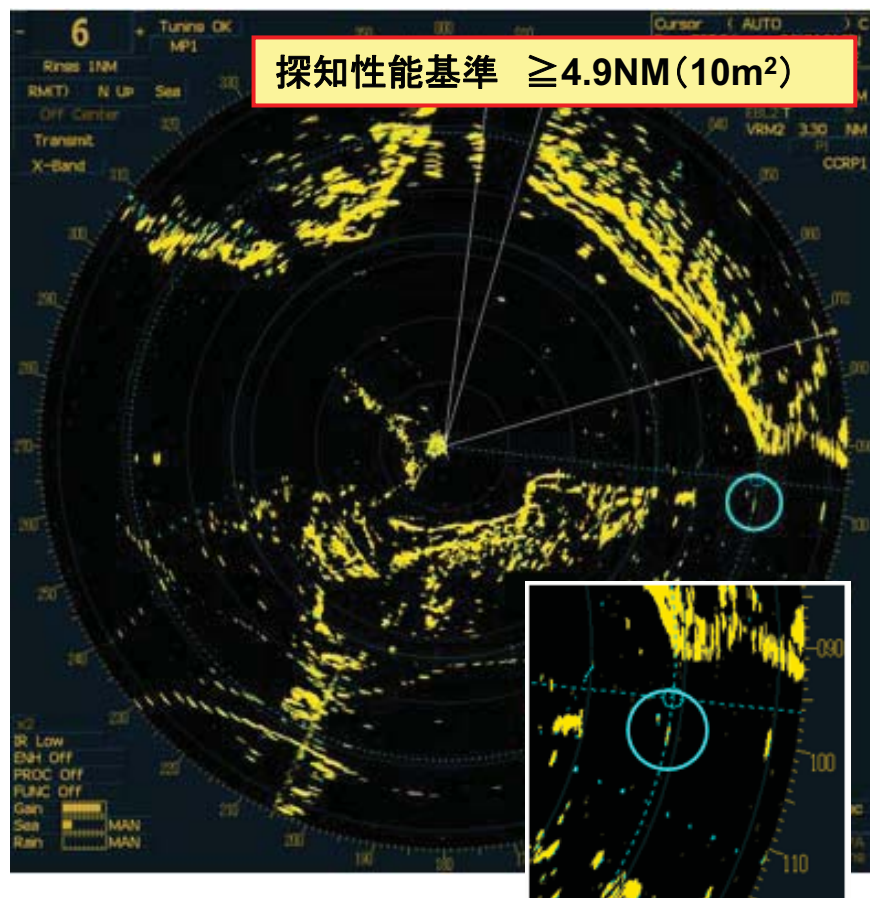


(参考) 既存レーダー(マグネトロン)

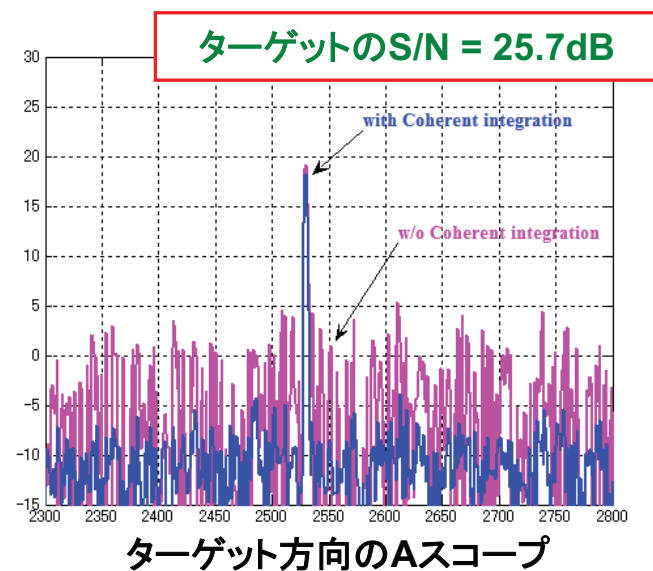


4. 性能評価

レンジ性能評価(最大探知距離)



4.9 NM における 10 m^2 の探知 $B=28\text{MHz}$, $T=4.6\mu\text{s}$



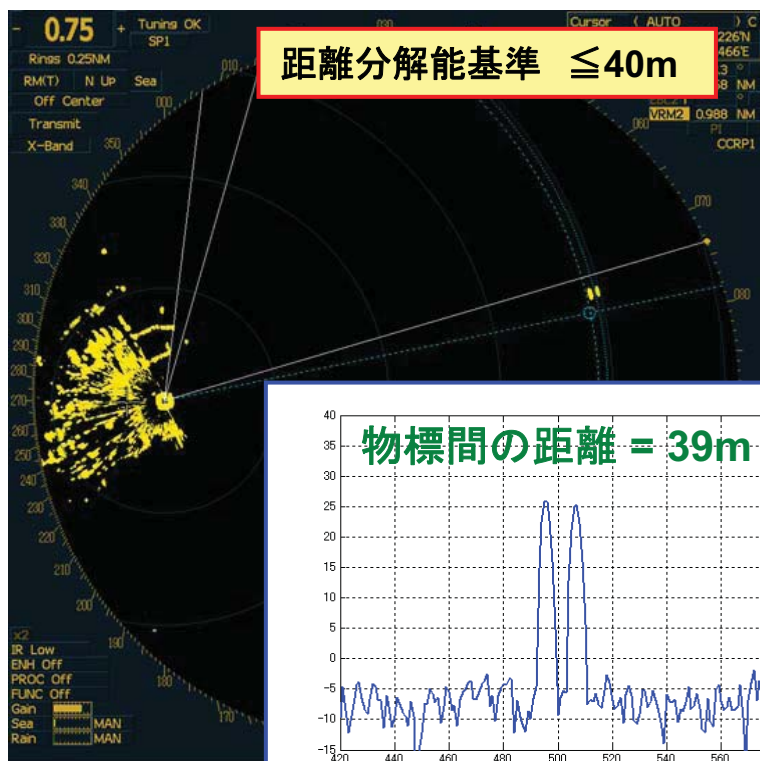
最大探知距離 = 11.4 NM

既存レーダ: 10.7 NM (計算値)

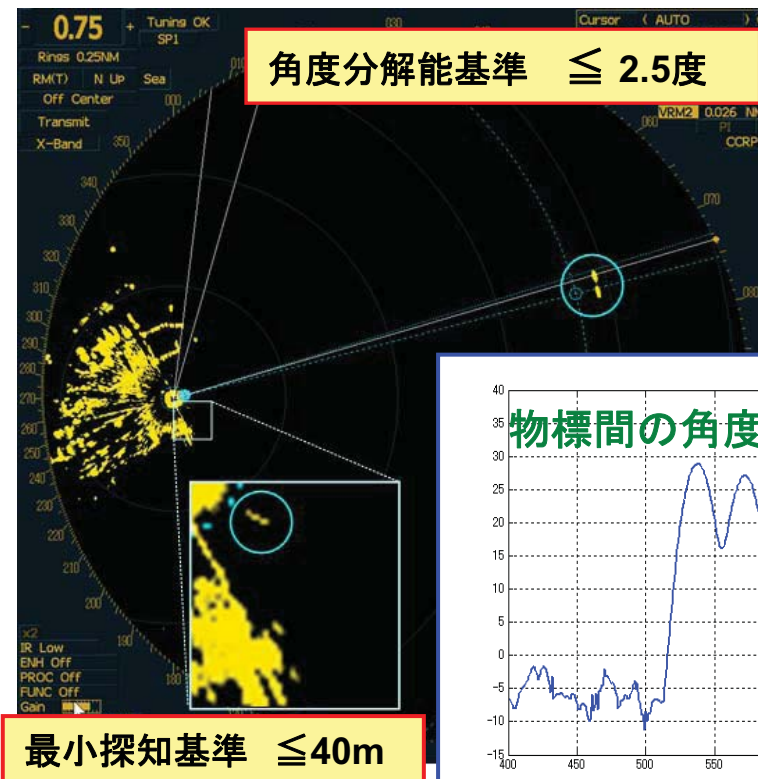
($P_t=25\text{kW}$, $\tau=0.15\mu\text{s}$)

4. 性能評価

レンジ性能評価(分解能、最小探知距離)



距離分解能 = 21 m

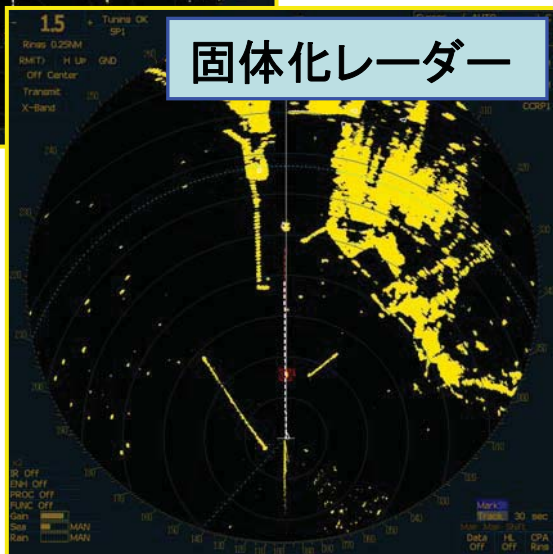
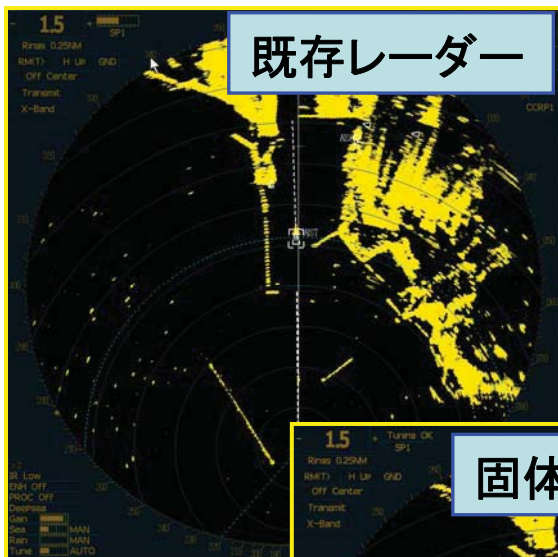


距離分解能 = 2.0 度

4. 性能評価

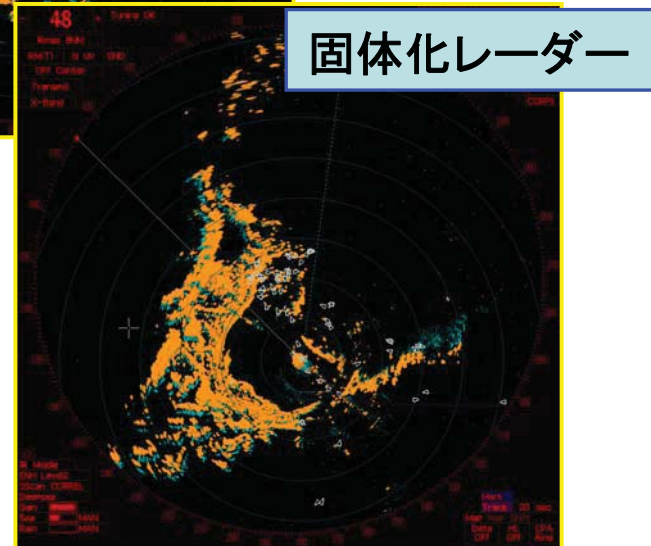
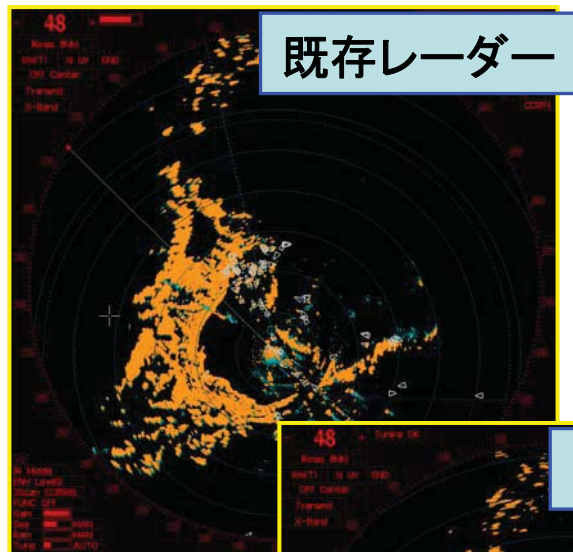
既存レーダーとの比較

近距離映像(1.5NMレンジ)



仙台塩釜港付近

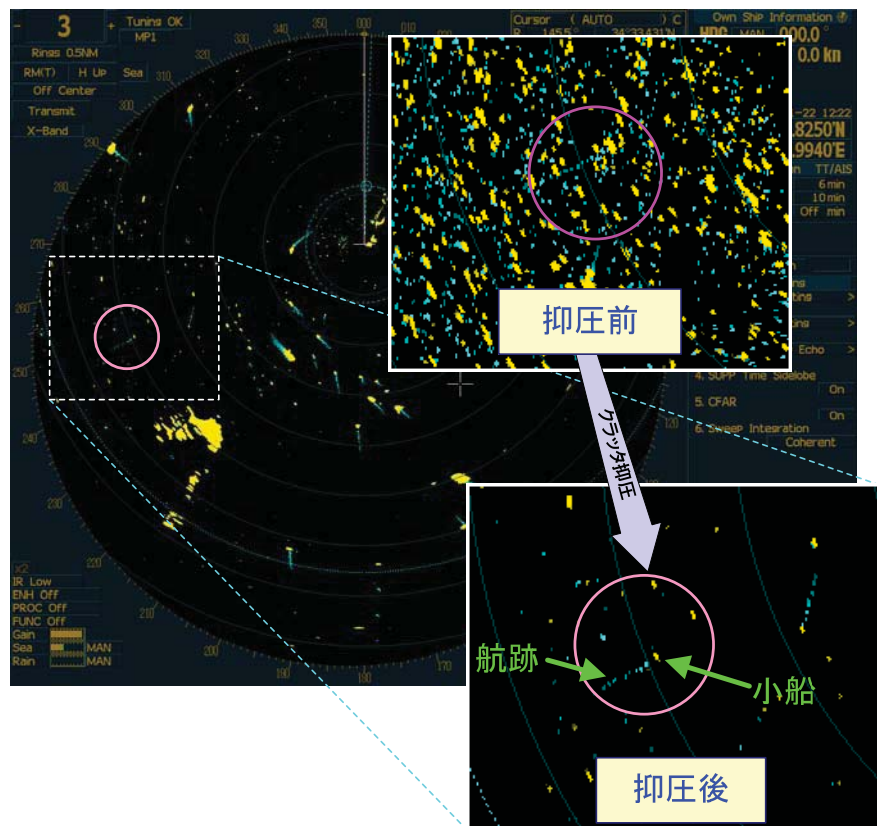
遠距離映像(48NMレンジ)



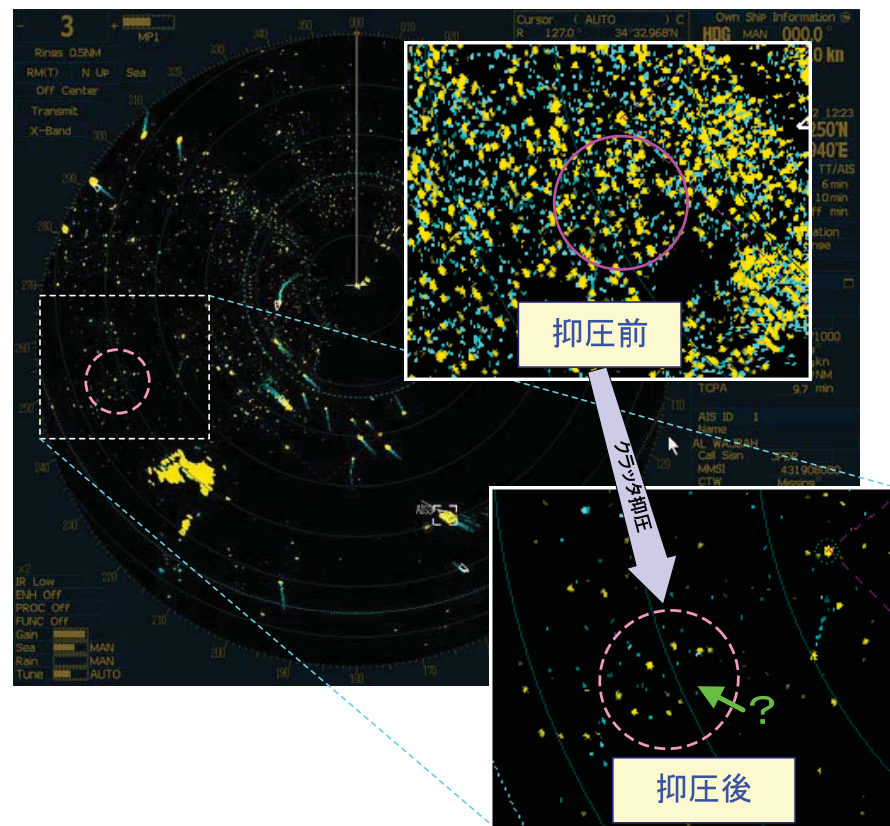
知多半島付近

4. 性能評価

レーダー性能評価(クラッタ内目標の探知性能)



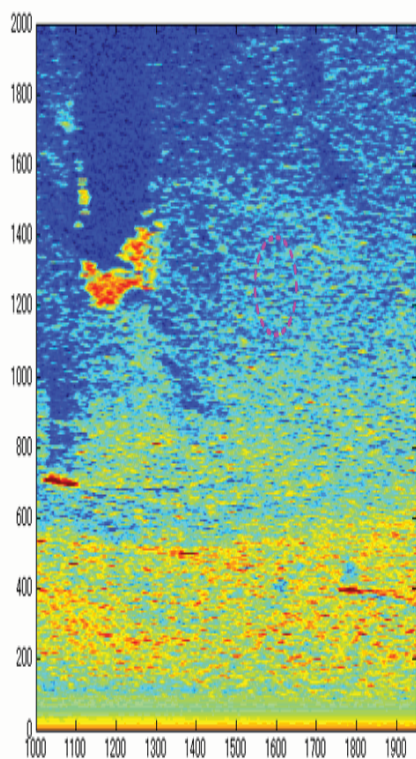
固体化レーダー映像



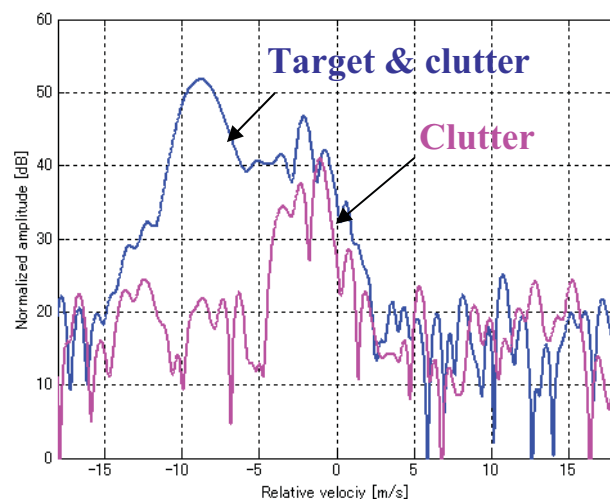
マグネトロンレーダー映像

4. 性能評価

レーダー性能評価(シークラッタ内目標のS/C改善)

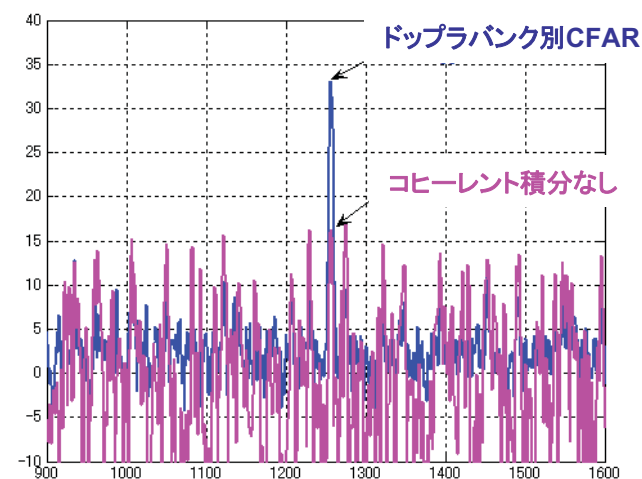


伊勢湾 1月22日



ターゲット周辺のドップラ速度成分

ターゲット速度 = -8.5 m/s
クラッタ中心速度 = -2.0 m/s

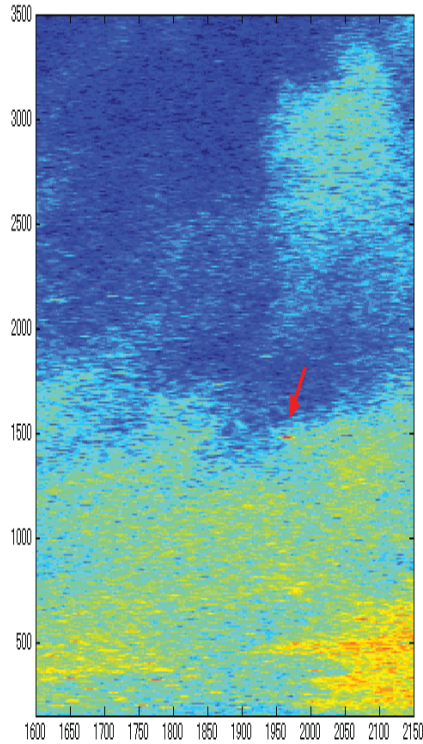


ターゲット周辺の S/C

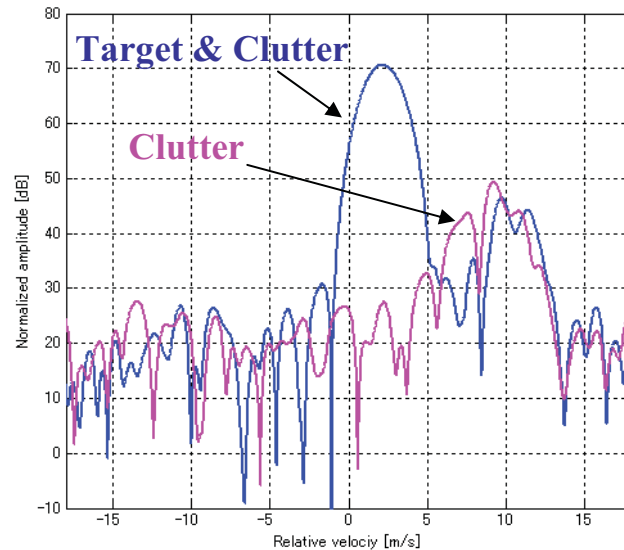
S/C 改善 = 17 dB

4. 性能評価

レーダー性能評価(ウェザクラッタ内目標のS/C改善)

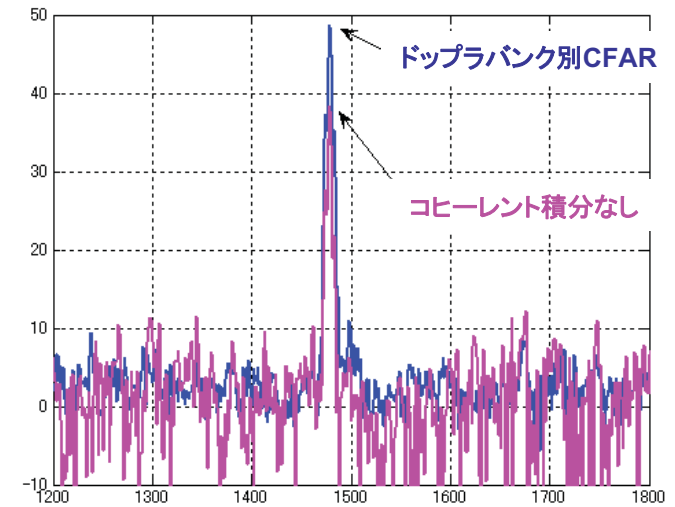


勝浦沖 12月8日



ターゲット周辺のドップラ速度成分

ターゲット速度 = 2.5 m/s
クラッタ中心速度 = 8.5 m/s

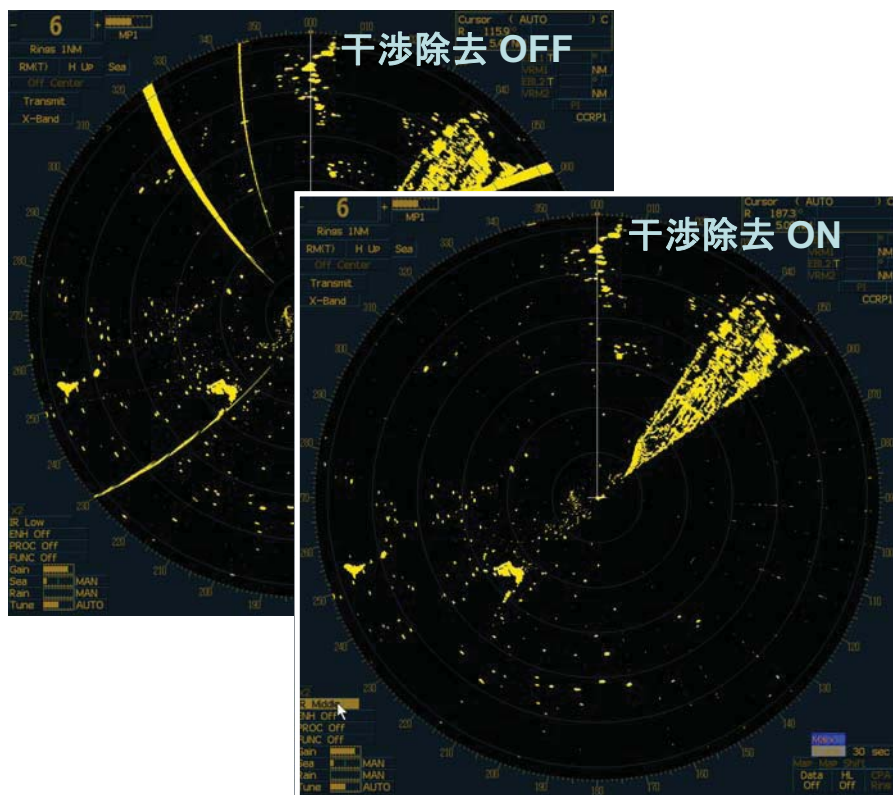


ターゲット周辺の S/C

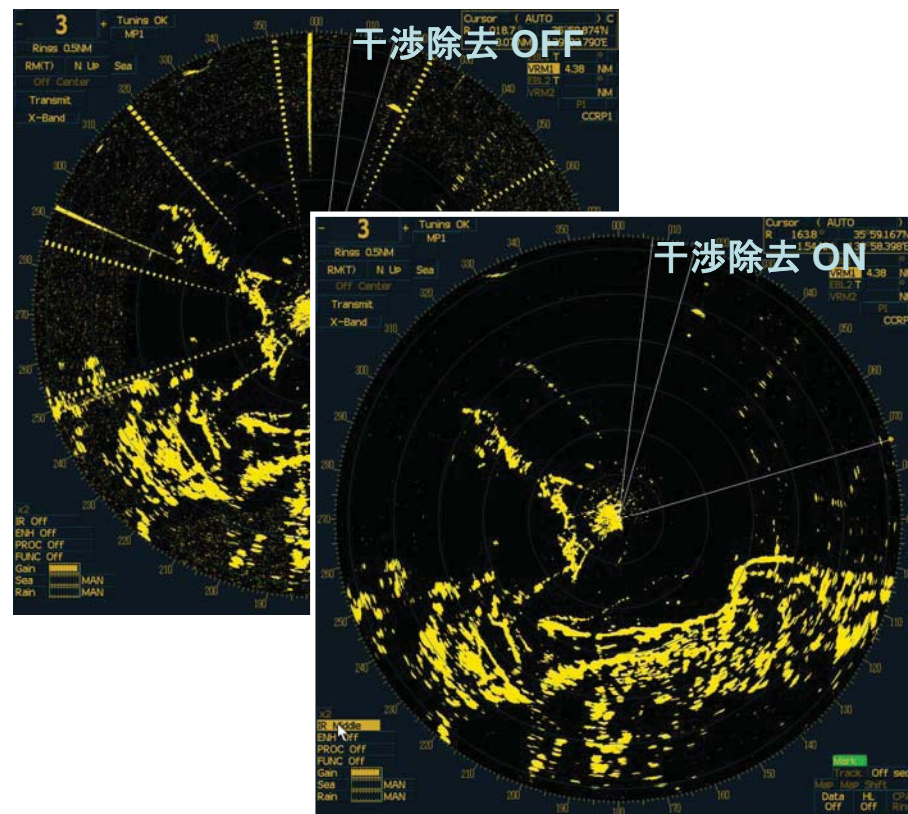
S/C 改善 = 10.3 dB

4. 性能評価

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

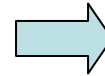
5. まとめ

開発目標

成果

送信波の狭帯域化に関する研究開発

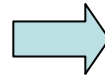
- ① 空中線の送信出力で300W以上
(増幅器出力で350W以上)
- ② 狭帯域化の実現
(80nsパルス幅時に70MHz離調で-40dBc以下)
- ③ 周波数安定度 10^{-5} の実現



- 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

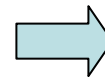
- ① ITUのスプリアス基準の実現
(新スプリアス基準+スロープ-40dB/dec)



- 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

- ① IMO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



- ① IMO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)