

小型船舶用レーダーJMA-1030シリーズの開発

Development of Marine Radar JMA-1030 Series

伊藤 智 恭
Tomoyasu Ito

要 旨

当社が開発した小型船舶用レーダーJMA-1030シリーズは、初めてレーダーを操作するユーザに最も重要な「直観的でわかりやすい操作性」を提供するため、ユーザインタフェースに数々の工夫を盛り込んだ当社初のタッチ操作を採用した船舶用レーダーである。従来機と比較して操作性が格段に向上した上、操作性向上の観点から標準で11言語に対応した。また、本製品の空中線部を構成するマイクロ波関連部品をシャーシ一体型とすることにより、信頼性向上と生産性向上を両立させている。さらに、新設計の空中線部および上位機種と同等の性能を持つ信号処理部を採用することにより、小型船舶用でありながら、大型船舶用レーダー装置と同等の近距離探知性能を実現している。

Abstract

The marine radar JMA-1030 series has developed by JRC is marine radar which has adopted touch operation of the first in JRC with including some ideas of the display user interface to provide the most important “intuitive and easy to understand operation” for the first time marine radar user. On operability, as compared to conventional JRC radars has remarkably improved and corresponded to standard 11 languages in terms of the operability improvement. And this product has achieved both improved productivity and reliability by integrating the microwave related components and the chassis of scanner unit. Furthermore, this product has realized to be equivalent to marine radar performance of short range detection for ships while being for boats by adopting the signal processor having the upper models performance equivalent and the new design of antenna unit.

1. まえがき

夜間や海霧時など視界不良時の安全航行支援に欠かせない船舶用レーダーであるが、法令上の搭載義務が定められていない小型船舶（20トン未満のプレジャー船や3トン未満の漁船）においては搭載率が低く⁽¹⁾、この結果として視界不良時の航行支援不十分による海難事故多発を招いている。小型船舶へのレーダー搭載率が低いという実態は日本国内のみならずアジア圏においても同様であり、図1（市場調査時に撮影したワークボート）に示されるように、東南アジア地域の小型船ではレーダーが装備されていないケースが多い。

当社はこのような実態に着眼し、直観的でわかりやすい操作性と高性能をあわせ持つ小型船舶用レーダーを開発した。本稿では、新開発した小型船舶用レーダーJMA-1030シリーズについて報告する。



図1 東南アジア地域の小型船の一例

Fig.1 Example of Boats in Southeast Asia Area

2. 装置概要

JMA-1030シリーズは空中線部が1.5ftタイプ（NKE-1066）のJMA-1032と2ftタイプ（NKE-2044）のJMA-1034があり、指示機（NCD-2256）は共通である。表1～3に仕様を、図2に各ユニットの外観を示す。

表1 主要諸元

Table 1 Main Specifications

項目	仕様
レーダー総合形名 (空中線, 指示機)	JMA-1032 (NKE-1066, NCD-2256) JMA-1034 (NKE-2044, NCD-2256)
電波型式/指示方式	P0N/ラスタスキャン, PPI方式
送信周波数	9,410MHz±30MHz
表示器液晶寸法	7インチワイド
距離分解能	30m以下
最小探知距離	40m以下
防水防塵規格 (保護等級)	空中線: IP26 指示機: IP55
外圍条件	IEC60945 Ed.4.0
電源電圧	DC10.8~31.8V
消費電力	約50W

表2 空中線部仕様

Table 2 Scanner Unit Specifications

項目	NKE-1066	NKE-2044
マグネトロン出力	4kW	4kW
レドーム直径	450mm	620mm
高さ	231mm	280mm
水平/垂直ビーム幅	5.2度/25度	4度/25度
回転数	16~48rpm 8段階選択	16~48rpm 8段階選択
パルス幅/ 繰返し周波数	0.08 μs/4,000Hz 0.08 μs/2,250Hz 0.13 μs/1,700Hz 0.25 μs/1,700Hz 0.5 μs/1,200Hz 0.8 μs/ 750Hz	0.08 μs/4,000Hz 0.08 μs/2,250Hz 0.13 μs/1,700Hz 0.25 μs/1,700Hz 0.5 μs/1,200Hz 0.8 μs/ 750Hz 1.0 μs/ 650Hz
質量	約5kg	約10kg

表3 指示機仕様

Table 3 Display Unit Specifications

項目	仕様
外形寸法	162(W)×235.2(H)×77.3(D)mm
解像度	WVGA (800×480ドット)
タッチパネル方式	抵抗膜式
距離範囲	0.0625/0.125/0.25/0.5/0.75/1.5/3/6/ 12/24/48NM (JMA-1032は24NMまで)
表示モード	RM H-up/N-up/C-up, TM N-up/C-up
航跡表示	15秒~12時間/連続 (時間選択可能)
目標追尾機能	最大10ターゲット(ガードゾーン使用時は自動捕捉可能)
AIS表示機能	50ターゲット(距離フィルタあり)
航海情報およびメモ	表示点数2,000点(マーク, ライン, メモ)タッチ入力のみ可能
質量	約1.7kg(サンカバー含まず)



1.5ft空中線 NKE-1066
1.5ft Scanner Unit NKE-1066

2ft空中線 NKE-2044
2ft Scanner Unit NKE-2044



(Front)

(Rear)

指示機 NCD-2256
Display Unit NCD-2256

図2 各ユニットの外観

Fig.2 Appearance of Each Unit

3. 指示機の操作性

初めてレーダーを操作するユーザにとって最も重要な「直感的でわかりやすい操作」を実現するため、ユーザインタフェースに当社初のタッチ操作を採用し、従来機種と比較して操作性を格段に向上させた。また、指示機の防水防塵規格（保護等級）はIP55であり、指示機が水に濡れた状態でも使用可能とするため、タッチセンサには抵抗膜式を採用した。

タッチ操作において、従来の階層型メニュー構造では「目的とする機能が短時間で探せない」「ユーザが文字情報を認識する必要があるため直観的な操作が困難」といった問題を生じていた。このため各機能をイメージ化したアイコンをタッチするアイコンメニュー方式を採用した。

図3に本装置の全アイコンメニューを示す。個々のアイコンにより操作可能な機能は、上位モデル（JMA-3300シリーズ）とほぼ同じである。さらに、初期設定項目やメインメニューの機能を自由に選択して登録できる「ユーザアイコン」を2つ用意し、アイコンメニューにあらかじめ設定された機能以外への操作範囲拡張を可能とした。



図3 全アイコンメニュー
Fig.3 All Software Icons Menu

アイコンメニューの工夫として、操作頻度の高い「送信・準備」および「感度」を固定表示させている。また、その他のメニューはレーダー映像の視認性低下を避けるため表示を2段階に分け、図4に示すように1行だけのメニューを表示させる1ラインアイコンメニューと図3で示した全アイコンメニューとした。1ラインアイコンメニューはユーザが選択して登録（最大4アイコン）することができ、頻繁に使用する機能を登録しておくことで視認性と操作性を両立する。



図4 1ラインアイコンメニュー
Fig.4 Single-Line Software Icons Menu

アイコンメニューの操作は、スマートフォン同様のフリック操作と、指示機前面のロータリーノブによる操作の2通りにより行うことができる。

初期設定項目やメインメニューはユーザが文字情報を認識したうえで操作する必要があるため、各国のユーザに配慮して多言語対応とした。内蔵した言語は、英語、スペイン語、トルコ語、インドネシア語、タイ語、マレー語、ベトナム語、中国語、ロシア語、韓国語、日本語の11言語で、この他に1言語がインストール可能である。

4. 内部回路構成

以下、JMA-1032用の空中線部NKE-1066の内部回路構成について説明する。複合変調回路（CME-396）には、微弱信号の受信回路、CPUおよび周辺回路、高電圧を扱う変調回路、インタフェース回路、電源回路が一枚のプリント基板に搭載されており、部品配置や基板形状、基板層構成などを工夫して高度な集積化をはかっている。複合変調回路（CME-396）のプリント基板を図5に示す。

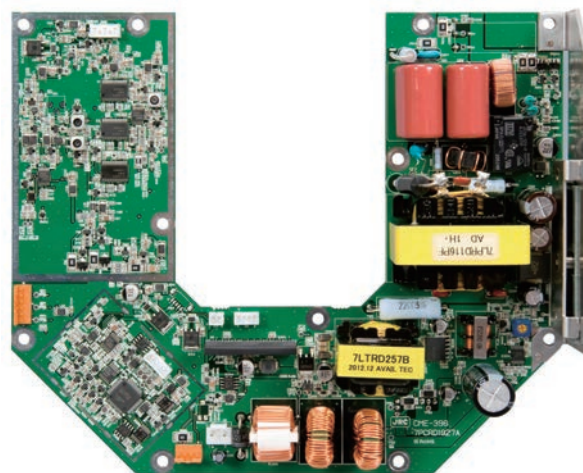


図5 NKE-1066空中線用複合変調回路（CME-396）
Fig.5 Compound Modulator Circuit (CME-396) for Scanner Unit (NKE-1066)

複合変調回路 (CME-396) は、シャーシ一体型のマイクロ波ユニット内に装着される。シャーシ一体型マイクロ波ユニットとは、マイクロ波回路を容易に構成するために導波路をシャーシと一体化させるとともに複合変調回路を配置できるようにしたユニットで、背面にサブシャーシを取り付けることで導波路を構成する。また、船舶用レーダーの空中線部を構成するマイクロ波部品 (マグネトロン、サーキュレータ、リミッタ、フロントエンド、スプリアスフィルタ) がシャーシと一体化されて組み込まれている。一体型とすることで、各マイクロ波部品の筐体構造の簡素化が図れるとともに導波管同士の接続が不要となり、生産性向上と信頼性向上を両立している。

シャーシ一体型マイクロ波ユニットは新日本無線株式会社と共同で開発したものである。シャーシ一体型マイクロ波ユニットを図6に示す。

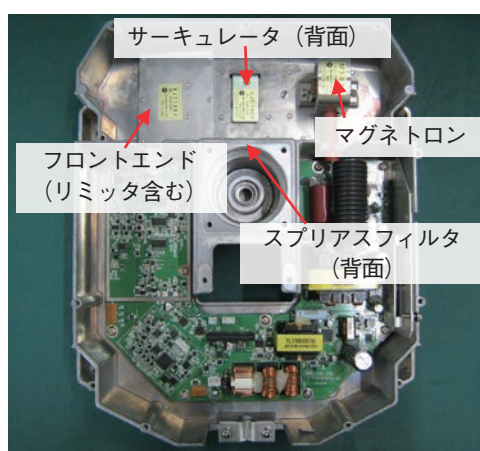


図6 シャーシ一体型マイクロ波ユニット
Fig.6 Microwave Unit of Integrated Chassis

5. アンテナ部

新設計した1.5ftアンテナ部は、ホーンアンテナとプリント基板上のパッチアレイアンテナで構成される。アンテナ部の水平面ビームを作るパッチアレイは18素子とし、サイドローブを抑えながら所望のビーム幅と利得を確保している。アンテナ部には4kWものマグネトロンからの大電力が入力されるため、電界が集中する給電部を電磁界シミュレータで解析し、電界集中による放電が発生しないようなアンテナ配線パターンを設計した。図7は、電磁界シミュレータにより計算したプリント基板上の電界分布を示したものである。左上の丸い穴が給電部であり、給電部周辺に電界が過度に集中していない様子が示されている。

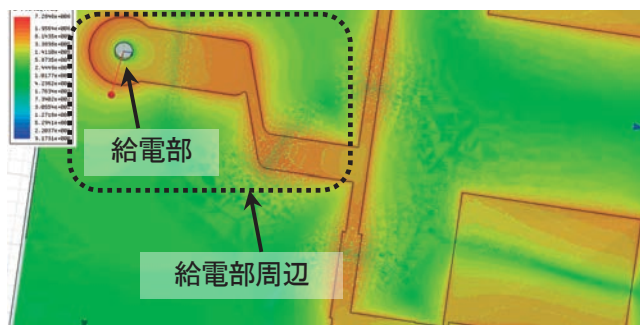


図7 電磁界シミュレータにより計算した
プリント基板上の電界分布

Fig.7 Electric Field Distribution on The Printed Antenna Board Calculated by Electromagnetic Field Simulator

6. レーダー性能

JMA-1030シリーズは、物標探知性能を向上させた上位モデル (JMA-3300シリーズ) の信号処理部の採用により、上位モデルと同等の信号処理能力を有している。

実験船に本製品を装備して測定した最小探知距離 (JMA-1032) と距離分解能 (JMA-1034) のレーダー映像を図8に示す。

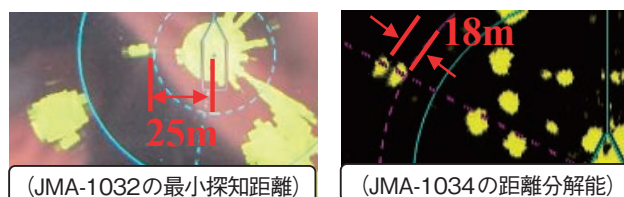


図8 最小探知距離 (JMA-1032) と
距離分解能 (JMA-1034) のレーダー映像

Fig.8 Radar Video of Minimum Detectable Distance (JMA-1032) and Range Resolution (JMA-1034)

最小探知距離の測定では、ターゲットとして反射断面積10m²のリフレクタを使用し、最小探知距離25mという結果を得た。また距離分解能の測定では、ターゲットとして反射断面積10m²のリフレクタを2個使用し、各々を分離して表示できる最小のリフレクタ間距離 (最小探知距離) 18mという結果を得た。いずれの結果も大型レーダーと同等の性能を示し、小型船舶用レーダーとして十分な性能を有していることが確認された。

7. あとがき

JMA-1030シリーズは、初めてレーダーを操作するユーザーにもわかりやすい操作性を有しながら、機能・性能は上位モデル並みであり、東南アジア地域のみならず世界各地において小型船舶の安全航行支援に大いに貢献することが期待されている。

参考文献

- (1) 海上保安庁JAPAN COAST GUARD, “海難の現状と対策について～大切な命を守るために～,” 平成25年版, pp.1-26.

用語一覧

AIS: Automatic Identification System (船舶自動識別装置)
CPU: Central Processing Unit (中央演算処理装置)
C-up: Course up (レーダー画面表示方法の一時船首方位上表示)
H-up: Head up (レーダー画面表示方法の常時船首方向上表示)
IEC: International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
N-up: North up (レーダー画面表示方法の北方位上表示)
PON: (電波型式の内, パルス無変調, 変調信号なし, 無情報の意味)
PPI: Plan Position Indicator (極座標指示方式)
RM: Relative Motion (相対運動)
TM: True Motion (真運動)
WVGA: Wide Video Graphics Array (画面解像度640×480ドットをワイド画面800×480ドットに対応させた解像度のこと)