

# 2008年IMO新基準対応 大型商船向けレーダーの開発

## Radar for High Sea Complied with New IMO Standard

橋本英樹 川口 優  
Hideki Hashimoto Masaru Kawaguchi

### 要 旨

2008年7月1日以降に装備される航海用レーダーには、IMO新レーダー性能基準MSC.192(79)が適用される。MSC.192(79)で要求される性能・機能は前基準から大幅に強化されているため、本基準に適合した装置の開発が急務であった。また、近年の大型商船ではIBS化が進み、航法装置との連携が必須となっている。

今回、これら市場要求を満足し、MSC.192(79)に適合したレーダー装置を開発した。本装置は新基準への適合に加えて、前機種から大幅な信頼性向上と機能向上を果たし、JRC統合ブリッジシステムの中核を成す製品となる。

### Abstract

The navigational Radar which will be installed after 1<sup>st</sup> July 2008 needs to comply with new IMO standard MSC.192(79). Because the new IMO standard requires higher performance than the old standard, JRC must develop the new navigational Radar urgently. And since the recent high sea vessels are going to adopt Integrated Bridge System (IBS), the navigational Radar needs to work in cooperation with other navigational equipments.

Therefore JRC has developed the new navigational Radar JMA-9100 series that can comply with new IMO standard satisfy the demand of the market, and also get higher performance and reliability than past product. This equipment will be a core product of JRC Integrated Bridge System.

## 1. まえがき

IMO（国際海事機関）にて策定された新レーダー性能基準MSC.192(79)が、2008年7月1日以降に装備される船舶用レーダーに適用される。MSC.192(79)では、物標検出性能や各種表示機能が従来基準よりも大幅に強化されている。一方で、近代の大型商船においては、レーダーを含む航法機器の操作性と信頼性を向上するため、ネットワーク接続による相互連携によってIBS（Integrated Bridge System）を構築し、より付加価値の高い商品の要求がある。

今回、市場の要求を満足し、上記新性能基準に適合するJMA-9100シリーズを開発したので、その概要、構成、特徴について報告する。

## 2. システム概要

JMA-9100シリーズレーダーは、空中線、送受信機、指示機で構成される3ユニットタイプと、送受信機を空中線に内蔵した2ユニットタイプがある。指示機には単独での装備工事が容易な自立型と、表示部、処理部、操作部が分離され、コンソールへの埋め込みに適した卓上型がある。オプション機能としてレーダーインタースイッチ機能がある。

本装置はIMOによるレーダー性能基準に適合し、10,000t以上の船舶への搭載要件を満足する。

図1～3は主要ユニットの外観である。



図1 Sバンド空中線 NKE-1130  
Fig.1 S-band Scanner Unit NKE-1130



図2 Xバンド空中線 NKE-1125-9  
Fig.2 X-band Scanner Unit NKE-1125-9



図3 指示機 NCD-4990  
Fig.3 Display Unit NCD-4990

### 3. システム仕様

開発した装置の概要仕様を以下に示す。

- (1) 総合
  - レーダー性能 IEC62388
  - 一般仕様 IEC60945 Ed.4
- (2) 空中線
  - 水平ビーム幅
    - X-band, 6ft: 1.2°
    - X-band, 7ft: 1.0°
    - X-band, 9ft: 0.8°
    - S-band, 12ft: 1.9°
  - 垂直ビーム幅
    - X-band: 20°
    - S-band: 25°
  - 定格回転数 24rpm
- (3) 送受信機
  - 定格送信電力
    - X-band: 10kW/25kW
    - S-band: 30kW
  - 送信周波数
    - X-band: 9410±30MHz
    - S-band: 3050±20MHz
- (4) 指示機
  - 指示面 23.1インチカラーLCD  
有効径: 320mm以上
  - 距離範囲 0.125/0.25/0.5/0.75/1.5/  
3/6/12/24/48/96nm
- (5) 物標追尾機能
  - 捕捉 自動/手動
  - 目標数 100目標 (自動+手動の計)
  - 追尾距離範囲 0.1~32nm
  - 数値表示 最大4目標を同時表示
- (6) 電源
  - 電源仕様 AC100~115V 単相または  
AC220~240V 単相  
50/60Hz

### 4. システム構成と特徴

#### 4.1 空中線と送受信機

空中線と送受信機のシステムブロック図を図4に示す。

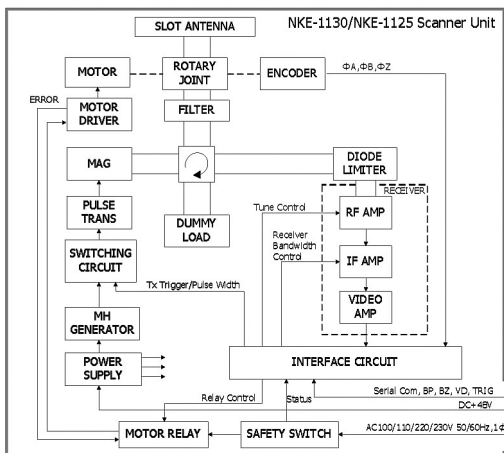


図4 空中線システムブロック図

Fig.4 System Block Diagram of Scanner Unit

空中線は、輻射部、駆動部、ロータリージョイント、エンコーダで構成され、送受信部は、インターフェース回路、電源部、送信部、受信部で構成されている。

本装置の特徴を以下に示す。

#### (1) Sバンド輻射部

誘電体の位相遅延効果の利用により垂直ビームを狭化し、輻射部を薄型化することで、耐風速性能を向上した。またレドームに高強度のFRP材を使用することで、軽量化と高剛性を両立している。Sバンド輻射部の質量は、従来機種と比較し、約10kg軽量化されている。

#### (2) 駆動部

回転数制御が可能で大きなトルクが得られるDCブラシレスモータを全空中線に採用し、従来のACモータからの小型化のみならず、起動時における駆動ギアへの負担の低減による長寿命化と良好な耐風速性能を実現した。

#### (3) 受信部

高出力仕様のXバンド25kWとSバンド30kWについては、高感度と高飽和入力レベルが得られる新型受信機を採用し、強力なクラッタが存在する悪天候時にも安定した近距離性能が得られる。製造面でも自動実装対応や無調整化によって信頼性を向上した。

#### (4) 送信部

マグネトロン自体の発振特性の向上に加え、安定した不要輻射抑圧が得られる最新のスプリアスフィルタを含めた立体回路構成と、マグネトロンを最適な波形で駆動できる変調回路により、ITU次世代のスプリアス規制として想定される-40dB/dec roll-offマスクを満足する送信スペクトル特性が得られた。

現時点の製品に上記マスクが規格値として適用されることは無いが、ITU下の国際会議にて、上記スプリアス規制を含めた数年後の無線通信規則の改正を目指し議論が進んでいる。その点で本装置の送信スペクトル特性は、将来の規制を見据えた一歩先を行くものである。

例として、英国の検定機関QinetiQで測定されたXバンド25kW仕様空中線の送信スペクトル特性を図5に示す。

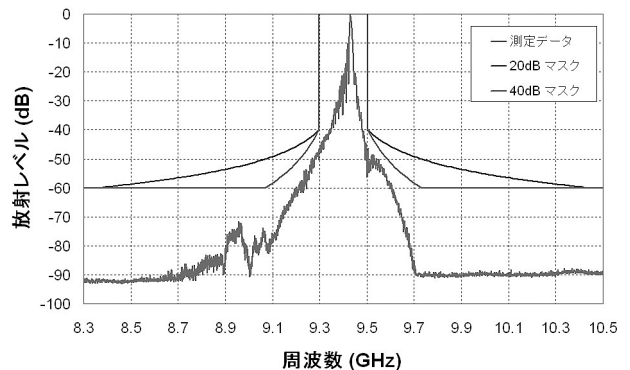


図5 NKE-1125 送信スペクトル特性

Fig.5 TX Spectrum of NKE-1125

## 4.2 指示機

指示機は、電源部、レーダー処理回路、GYROインターフェース回路、端子板回路、マザーボード回路、AIS処理回路、ARPA処理回路、操作部、表示部で構成される。

主要回路の働きを以下に示す。

### (1) 電源部

一次電源入力から指示機内電源 (+5V, +3.3V, +12V, -12V)、送受信機用電源 (+48V) を発生する。各電源は独立の安定化回路を持ち、入力変動と負荷変動に対して高い安定性を確保している。入力部には過電圧保護回路を配置し、電源変動から装置を保護している。

### (2) レーダー処理回路

レーダー処理回路は、送受信部から送られるレーダー信号をAD変換器でデジタル化し、不要信号を取り除く信号処理を行い、レーダー映像を描画し、映像信号を表示部へ出力する。信号処理と映像描画はレーダー専用LSIで行われ、安定した性能と高速処理を実現している。

また、AIS処理回路とARPA処理回路から得られた目標追尾情報を処理し、レーダー映像に重畳表示することができる。

### (3) AIS処理回路

AIS受信機から送られる他船の情報をを用い、自船からの距離・方位を基準としたフィルタ機能により不要な目標データを排除し、また自船と全ての目標の衝突予想処理を行い、重要な目標情報のみをレーダー処理回路へ転送する。

AIS処理回路はAIS受信機から受信した全ての情報をデータベースに保持し、最大300目標をレーダー画面上に表示する。

### (4) ARPA処理回路 (目標追尾)

レーダー処理回路の信号処理機能によって不要信号の取り除かれたレーダー信号を使用し、目標有無の識別と目標の自動追尾を行う。多値信号を使用した目標追尾機能により、不要信号に埋もれた小物標の自動追尾を可能にしている。

### (5) 表示部

表示部には、軽量で長寿命の23.1インチ高輝度カラーLCDを採用した。画面保護フィルタには両面ARコートを施し、船舶で想定される全ての照度条件にて良好なコントラストを得ている。

レーダー画面は高解像度のSXGA (1280x1024dot) で表示され、良好な分解性能と視認性を実現している。

### (6) 端子板回路・マザーボード回路

外部機器とのインターフェースを行う。各種通信信号のレベル変換と、接点信号の入出力を行う。通信信号はIEC61162-1/2に適合している。

## 5. 機能

本装置は、MSC.192(79)で要求されるレーダー性能及び機能を満足し、更に独自の表示機能を有する。主な機能は以下である。

### (1) レーダー航跡表示機能

瞬時にレーダー航跡長を変更することが可能で、全ての表示モードにおいて真運動航跡を表示することができ、他船の動向を直感的に判断することで船舶の安全な運行に寄与する。また、観測レンジの変更後にも前レンジで描画したレーダー航跡を縮尺調整し表示することが可能である。

本装置のレーダー航跡表示の例を図6に示す。図6では、ヘッドアップ表示モードにて真運動航跡を表示している。

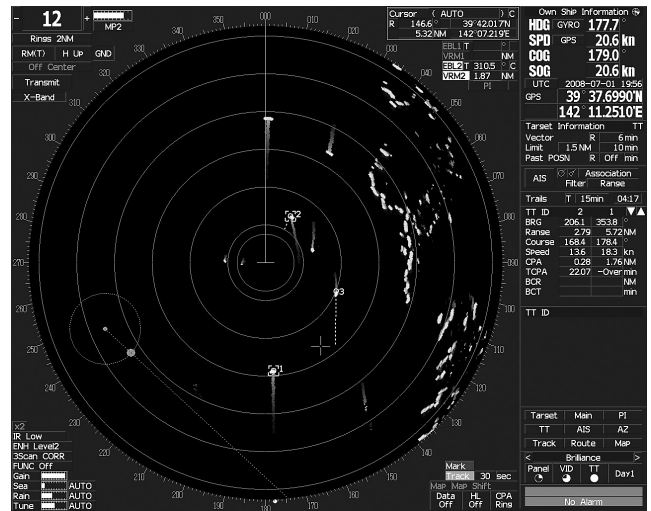


図6 JMA-9100の画面表示例

Fig.6 Radar Display Image of JMA-9100

### (2) 目標追尾機能・AIS機能

本装置は、最大100個の目標の自動追尾が可能である。またAIS情報から得られる目標情報と追尾情報を比較参照し、同一物標と判断した目標は同一化処理を行い、レーダー画面上に表示することができる。

### (3) インタースイッチ機能

オプションのインタースイッチユニットを使用することで、最大8台までのJRC製船舶用レーダーを接続し、使用する空中線を簡単な操作で切り替える事が可能である。

### (4) 優れた操作性

前機種で確立したGUI (Graphical User Interface) を更に進化させ、レーダー画面内でのカーソル操作時に、装置が操作モードを自動的に判断する「自動モード」を採用した。これにより、物標追尾捕捉、AIS目標活性化、目標の数値表示、が全て1アクションで操作可能となりユーザ操作が大幅に簡略化された。

## 6. IBSへの対応

本装置は、ブリッジ内でJRC製ECDIS（電子海図情報表示装置）とLAN接続することで相互に連携し、信頼性と機能を向上することができる。図7はレーダーとECDISの接続イメージである。通常的大型商船では、XバンドとSバンドの2台のレーダーが搭載される。

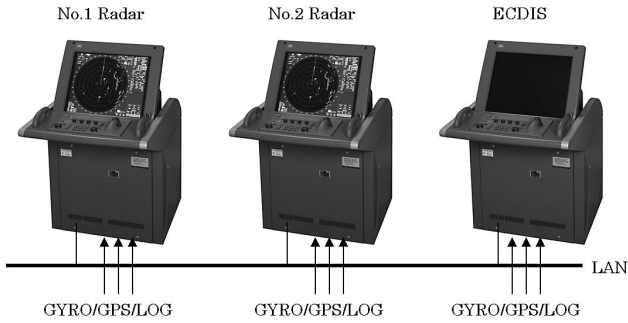


図7 レーダーとECDISの連携  
Fig.7 Connection between Radar and ECDIS

### (1) 信頼性の向上

情報伝達経路を二重化することで信頼性を向上する。ジャイロ、GPS等の各種航法センサは、センサ毎にシリアル通信によってレーダーに入力される。また、ECDISに入力されたセンサ情報がLAN経由でレーダーに入力される。この結果、レーダーは二系統のセンサ情報伝達経路を持つことができ、配線の切断・短絡やレーダー内部の入力回路が故障した場合にも必要なセンサ情報を得ることができる。

### (2) 情報の共有

本装置は、ECDISで作成された航路情報を画面上に表示することが可能である。レーダーとECDISをLANで接続することによって航路情報を共有することが可能となる。

図8は航路情報をレーダー画面上に表示した例である。

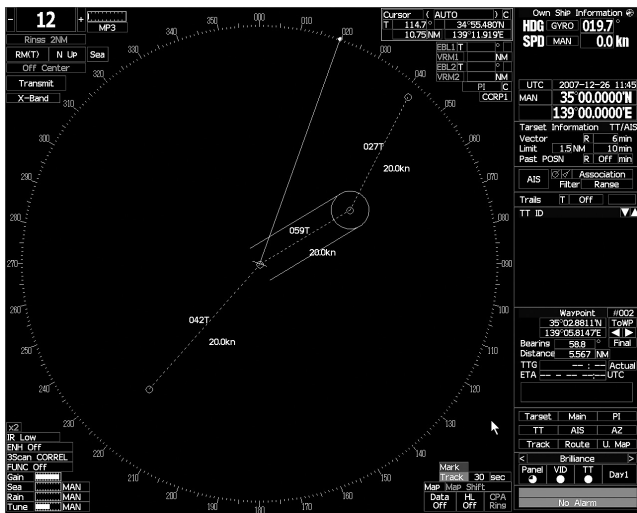


図8 レーダー画面上への航路表示  
Fig.8 Display Image of Monitored Route

### (3) 情報の一元化

ブリッジ内では使用する情報源は一元化される必要がある。例えば、二系統のGPSを装備する場合、ある時点では、全ての航法装置は同一のGPSの情報を使用する必要がある。LANによって接続されたレーダーは、ECDISからの選択情報に従って使用する情報源を切り替えることで、情報の一元化に対応できる。

### (4) 船級への対応

本装置は主要なIBS仕様である LR NAV1 IBS NOTATIONに対応可能である。

## 7. あとがき

JMA-9100シリーズレーダーについて、システムの概要、システム構成、機能を説明した。

本装置は新レーダー性能基準MSC.192(79)に対応し、さらにECDIS等JRC製航法機器と連携し、統合ブリッジシステム (IBS) の核となる装置であり、今後当社の航法機器主力製品として貢献していく。

最後に、本装置の開発に当たり御指導・御協力頂いた関係各位に深く感謝致します。

関連特許出願 3件

## 用語一覧

- AD変換器: アナログ-デジタル変換器
- AIS: Automatic Identification System (船舶自動識別装置)
- ARコート: Anti Reflection コート (多重反射防止膜による反射低減処理)
- ARPA: Automatic Radar Plotting Aids (衝突予防援助装置)
- ECDIS: Electronic Chart Display and Information System (電子海図情報表示装置)
- FRP: Fiber Reinforced Plastics (繊維強化プラスチック)
- GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)
- GUI: Graphical User Interface (グラフィカルユーザインターフェース)
- IBS: Integrated Bridge System (統合ブリッジシステム)
- IMO: International Maritime Organization (国際海事機関)
- ITU: International Telecommunication Union (国際電気通信連合)
- LAN: Local Area Network (ローカルエリアネットワーク)
- LR NAV1 IBS NOTATION: ロイズ船級協会によるIBS仕様のひとつ
- MSC: Maritime Safety Committee (海上安全委員会)
- Sバンド: 3GHz帯の電波の呼称
- Xバンド: 9GHz帯の電波の呼称