

海上自衛隊の多機能レーダー FCS-3の能力と限界

JMSDF'S MULTI-FUNCTION RADAR FCS-3 by Koyu Ishii



石井 幸祐
(編集部)

昨年8月23日、IHIマリンユナイテッド横浜工場に進水した平成16年度計画護衛艦“ひゅうが”のアイランド。上部壁面の0度と270度の位置には各2面から成るFCS-3のアンテナが装着されている。(海上自衛隊)

昨年8月23日、平成16年度計画による13,500トン型護衛艦“ひゅうが”が、IHIマリンユナイテッド横浜工場に進水した。海上自衛隊は「初のヘリコプター空母」ともいべき本艦の建造に当たり、それまでに開発した新装備や技術をいくつも投入したが、そのうちのひとつがわが国が自国開発した多機能レーダー「射撃指揮装置3型(FCS-3)」である。

FCS-3 開発の経緯

海上自衛隊がFCS-3の基礎研究に着手したのは、“ひゅうが”進水の約30年前に遡る53～56中業の頃のことである。当時海上自衛隊は、射撃指揮装置2型(FCS-2)を搭載するいわゆる八八艦隊用の汎用護衛艦(“はつゆき”～“あさぎり”型)の整備を鋭意行っている最中であった。FCS-2は年を追うごとにいくつか

の派生型が登場したが、“はつゆき”型が搭載するのはシー・スパロー短SAM管制用の2型12と76ミリ単装砲管制用の2型21Aで、“あさぎり”型では2型12と127ミリ砲の管制も可能な2型22Aの組合せとなっている。FCS-3はこのFCS-2シリーズの後継として、つまりシー・スパロー級の短SAMに対応した個艦防空(Point Defense)システムとして研究に着手された。

この基礎研究の成果を踏まえ、技術研究本部は昭和61年から3年にわたる研究試作で、Cバンドの周波数帯を使用するアクティブ方式のフェーズド・アレイ・レーダーを作製した。この研究試作とその後に行なわれた陸上試験で得られた技術データをもとに、技術研究本部は平成2年から実艦への搭載を前提としたアンテナの開発試作に取りかかった。完成したアンテナは平成7年3月に就役した試験艦“あすか”に搭載され、約5年間に及

ぶ海上での技術・実用試験の後、12年に00式射撃指揮装置として制式化された。FCS-3は結果的に開発に20年以上の歳月を要したことになり、これが後の問題へとつながることになる。

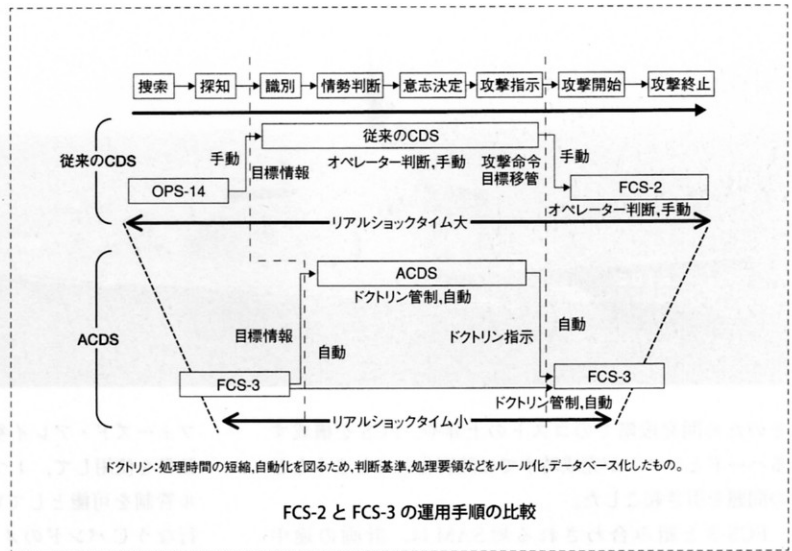
FCS-3の技術的特徴

FCS-3の技術的特徴として、使用する周波数帯にCバンド(4~8ギガヘルツ)を選択したことが挙げられる。各国の多機能レーダーでは、主にSバンド(2~4ギガヘルツ)とXバンド(8~12ギガヘルツ)が使用されている。一般的な電波の伝搬特性として、周波数の

低いSバンドは到達距離に優れ、周波数の高いXバンドは解像度に優れている。多機能レーダーは、目標の探索・探知と追尾を一つのアンテナで行なう必要上、この周波数の選択が重要となる。Cバンドはこれらの中間的な特性を持ち、さらにFCS-3に求められていたのが個艦防空システムとしての運用だったことから、この周波数が選択された。

FCS-3のもう一つの特徴はフェーズド・アレイ・レーダーの方式を、各国に先駆けてアクティブ方式としたことにある。この方式は送信電子管を必要とするパッシブ方式と比べ発電効率がよく、将来の発展余地も大きい。ちなみに米イージス・システムに使用されているSPY-1シリーズはパッシブ方式であるが、1999年から開発が始まった後継のSPY-1Eではアクティブ方式を採用している。

さらにFCS-3は新戦術情報処理装置ACDS(Advanced Combat Direction System)とのコンビネーションにより、FCS-2と従来CDSとの組合せよりも、目標探索から攻撃終了までのリアクション・タイムを大幅に短縮することを可能とする。右上の図はFCS-2とFCS-3の運用手順をイメージ化したもので、新旧FCSの機能の差を簡潔に示している。たとえば“はつゆき”型が飛来する対艦ミサイル(ASM)をシー・スパーロー短SAMで迎撃する手



順は、① OPS-14 対空レーダーで目標を捕捉、② FCS-2が目標を追尾、③短SAMを発射して目標を迎撃するというもので、この間のCDSへの情報入力やCDSからFCSへのデータ移管、攻撃命令などはすべてオペレーターが実行していた。これに対してFCS-3搭載艦では目標の追尾・捕捉をFCS-3が単独で実行し、情報入力や攻撃指示もドクトリン管制により自動的に処理されるため、オペレーターの負担が軽減され、この差がリアクション・タイムに大きく影響するのである。

FCS-3の課題と将来

前述のようにFCS-3は開発期間が長期化したため、最初の実用搭載艦“ひゅうが”が就役する平成21年3月時点で、立上げから30年以上を要したことになる。



護衛艦“はつゆき”。FCS-3は本艦が搭載するFCS-2シリーズの後継の射撃指揮装置として開発された。(海上自衛隊)



平成7年に就役した試験艦「あすか」。本艦には技術研究本部が試作したFCS-3のCバンド・アンテナが搭載され、約5年にわたる海上試験が行なわれた。(井上 孝司)

そのため開発段階でのコストの上昇や、FCSを構成するハードとソフトが完成時すでに陳腐化してしまうなどの問題を引き起こした。

FCS-3と組み合わせられる短SAMは、計画の途中まではアクティブ・ホーミング誘導方式の新短SAM(AHRIM: Active Homing RIM)が考慮されていたが、AHRIMの開発中止により発展型シー・スパロー(ESSM)となった。ESSMは米海軍などがシー・スパローの代替として採用したミサイルで、射程は50キロとかつての艦隊防空(Area Defense)用ミサイルを凌ぐレンジを誇る。ノルウェー海軍ではSPY-1Fレーダーと組み合わせることで防空艦として運用しており、海上自衛隊では「むらさめ」型および「たかなみ」型の短SAMシステムをシー・スパローからESSMに逐次換装中である。

FCS-3でESSMを管制するためには新たにイルミネーターが必要であり、このため「ひゅうが」ではCバンドのフェーズド・アレイ・レーダーの隣にやや小径のXバンドのフェーズド・アレイ・イルミネーターを装着してこれに対応した。ESSMを誘導するためのICWI(間欠連続波照射)のアルゴリズムは、APARシステムより導入した。APARはタレス社が開発したアクティブ・

フェーズド・アレイ多機能レーダーで、Xバンドの周波数帯を使用し、1つのアンテナで捜索・追尾・ミサイル管制を可能としている。一方FCS-3は捜索・追尾を行なうCバンドのメイン・レーダーとミサイル管制用のXバンド・イルミネーターの2面で構成されることになった。

「ひゅうが」はアイランドの前部(0度, 270度)と後部(90度, 180度)に各1組計4面のFCS-3のアンテナを配置することで、全周の射界を確保している。Xバンド・アンテナは「ひゅうが」の建造に合わせて新規に製造されたものであるが、Cバンド・アンテナはコスト・ダウンのため「あすか」に使用したものをそのまま流用している。

これに対し平成19年度計画の5,000トン型護衛艦(19DD)では、FCS-3のアンテナを艦橋構造物上部(45度, 315度)と後部構造物上部(135度, 225度)に配置している。Cバンド・アンテナの素子は「ひゅうが」で使用されていたガリウム砒素に換えて、ガリウム・ナイトライドとすることでモジュールの出力を3倍以上増加させている(ただし放射されたレーダー波は球面状に拡散するため、最大距離を2倍にするためには16倍の出力が必要)。さらに19DDへの搭載に当たり、FCS-3には127ミリ単装砲の管制機能が付加された。

過去にFCS-3は個艦防空システムとして開発されたが、19DDでは状況に応じて限定的ではあるが防空艦としての役割を求められている。たとえばイージス護衛艦が弾道ミサイル防衛に従事し、艦隊全体に防空能力を提供できない、あるいは作戦行動時にイージス護



FCS-3を搭載する平成19年度計画5,000トン型護衛艦(19DD)のイメージ。(防衛省)

衛艦が随伴しないなどの状況において、僚艦に対し防空能力を提供しなければならない。この僚艦防空 (Local Area Defense) を十全に発揮するためには、現在の FCS-3 の能力のままでは十分とはいえない。そのためにはスタンダード SM-2 ミサイルなどの中射程 SAM の運用能力の付与が一つの方策と思われる。SM-2 には日米のイージス艦で使用されている S バンド弾 (ブロック 3B) と、APAR システム搭載艦などで使用される X バンド弾 (ブロック 3A) が存在しており、X バンド弾を導入し、FCS-3 との接続を図ることは不可能ではない。ただしそのためには膨大な時間とコストがかかるのは必定で、S バンド弾と X バンド弾の 2 タイプの SM-2 を保有することはロジスティクスの上でも好ましいことではない。

C バンド・レーダーは、遠達性にも解像力にもある程度の威力を発揮する一方、「帯に短し、たすきに長し」といえなくもない。また特性として C バンドは天候条件の影響を受けやすく、海上水蒸気ダクト現象などで夏場に大幅に減衰する弱点も持っている。このあたりが個艦防空システムとして開発された FCS-3 の限界とも思われる。

平成 20 年度予算で 19DD タイプの次の汎用護衛艦に向けた FCS-3 の改良が計画されている。改良の主眼はコンパクト化、エレクトロニクス技術の進捗に対応した近代化、システム全体のコストダウンの 3 点である。

アクティブ方式のフェーズド・アレイ・レーダーは、導波管を使用するパッシブ方式と比べて、構造的にトップヘビーになりやすく、現在の FCS-3 は 19DD サイズより小型の護衛艦には搭載がほぼ不可能である。そこでメイン・レーダーである C バンド・アンテナの直径

を、“ひゅうが”や 19DD の 1.5 メートルから 1.2 メートルに減らすことで (遠達性は犠牲になる)、基準排水量 3,000 トン級の護衛艦への搭載を可能とする。

前述のように 19DD 型までの FCS-3 は、C バンド・アンテナ (搜索・追尾) と X バンド・アンテナ (イルミネーター) で構成されているが、X バンド・アンテナに搜索・追尾を付加することで、それまで近・遠距離をカバーしていた C バンド・アンテナのリソースを遠距離に振り分ける (遠達性は増す) ことにより、近距離は X バンド、遠距離は C バンドという棲分けをさせることが可能になる。この改良により FCS-3 は、ようやく 2 バンド・タイプの真の多機能レーダーと呼べるようになる。さらアンテナ自体のデジタル化を図り、デジタルでビームを造るアダプティブ・ビーム・ホーミング技術の導入も検討されている。

FCS を構成するハードの COTS (民需品) 化を推進することは、システム全体のコスト・ダウンにつながるだけでなく、将来のオープン・アーキテクチャー (OA) 化に向けた布石ともなる。

* * *

FCS-3 は立上りから 30 年あまりの歳月を経て、ようやく実用化に至った。現代のエレクトロニクス技術の発達の日進月歩で、開発期間が長くなるとコンピューターを中心とするハードの陳腐化は避けえない問題となる。さらに開発時と完成時とでは、戦略環境が大きく変化する可能性も高く、運用上の要求は時代の趨勢により自ずと違ったものとなるだろう。今後、このような環境の中で、有効なシステムを創り出していくためには、スピーディーかつ後発技術のバックフィットが可能な、スパイラルな研究開発態勢の構築が必須であろう。

艦艦をおもしろくする海のバラエティー・マガジン

Ships

●A4変型 特別定価1500円(税込)
2月9日発売

[ジェイ・シップス]
Vol.31

「こんごう」ハワイに展開したSM-3発射実験を完全レポート!
日米が進めるBMDの今が分かる

トピックス **SM-3発射実験成功!**

南極観測船の軌跡 ●「しらせ」最後の出港 ●歴代南極観測船物語
●南極観測小史

特別付録DVD **スタンダードミサイル発射の瞬間** (予定)

極東に展開する世界最強の海軍力

第7艦隊と在日米海軍

空母キティホークの退役と原子力空母ジョージ・ワシントンへの交代が間近に迫り、すべての駆逐艦、巡洋艦がイージス艦となるなど、在日米軍は大きく変わろうとしている。この巨大な海軍力の今後と現状を概観する。

来日間近! ジョージ・ワシントン/概説 在日米海軍と第7艦隊/キティホーク激戦録/極東を護る盾 第7艦隊/空母打撃群の日常/在日米海軍基地見どころガイド/第7艦隊主要艦艇カタログ/米軍再編と第7艦隊

〒162-8616 東京都新宿区市谷本村町2-3
TEL 03-3267-2766 FAX 03-3267-2772 イカロス出版販売部
24時間、本が買えるネット通販 <http://www.ikaros.jp/>