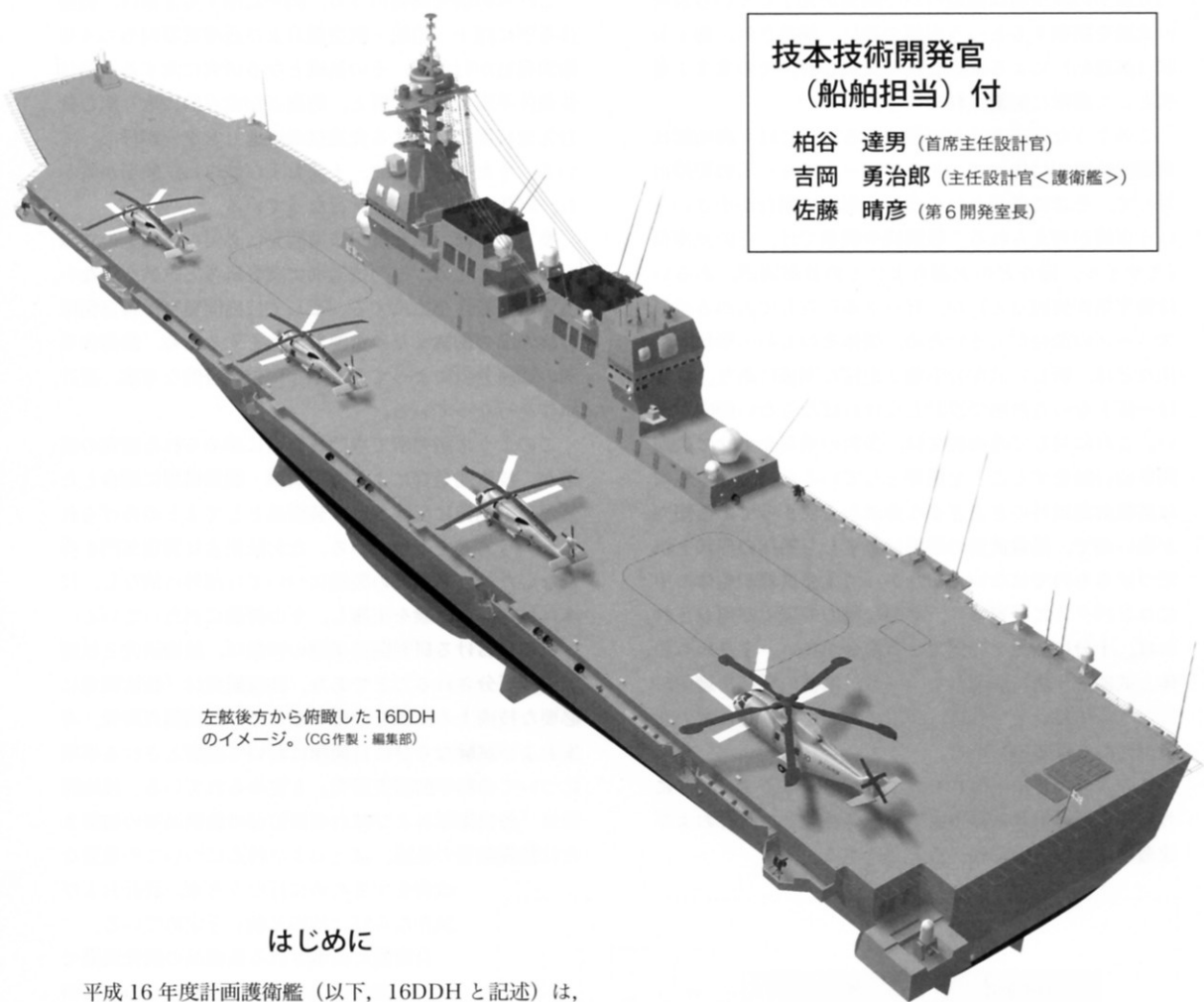


# 16DDHに見る自衛艦の研究開発プロセス

RESEARCH AND DEVELOPMENT PROCESS OF 16DDH



左舷後方から俯瞰した16DDHのイメージ。(CG作製：編集部)

## 技術技術開発官 (船舶担当) 付

柏谷 達男 (首席主任設計官)  
吉岡 勇治郎 (主任設計官<護衛艦>)  
佐藤 晴彦 (第6開発室長)

## はじめに

平成16年度計画護衛艦(以下、16DDHと記述)は、戦後のわが国護衛艦建造の歩みの中で時代を画する大きさ、外観を持つものである。この新しい護衛艦には技術研究本部(以下、技本と記述)で研究開発された高性能の装備品が搭載されている。それらを搭載した新鋭艦の実現に向けて、長年にわたるさまざまな技術研究開発の後、設計検討がなされて、現在建造中である。

本稿ではこの16DDHが生まれるまでの技術的経緯と就役までの計画について概要を紹介する。

戦闘機や戦車などは規格量産品としてピークル全体が技本において開発されている。これらのピークルの場合、その量産化に先立って、プロトタイプとなる試作ピーク

ルを造り、その性能を確認する試験を行ない、その結果を踏まえて量産型の仕様が決められる。

これに対して護衛艦などの自衛艦の場合は、試作艦を造って試験をし、その結果を見て部隊配備の艦艇の建造を開始するという形態を取らない。自衛艦は一隻一隻が非常に高価であるので、試作艦を造った場合は、その投資があまりにも大きいからである。このため防衛省では、護衛艦の試作を行なわない代わりに、船体そのものは建

造時点での最新の技術を使って建造するものとし、搭載武器類は開発の完了した最新のものを艦装するという方針で、設計を行なっている。

16DDHには新しいソナーや新方式の射撃指揮装置などが搭載されているが、これらは技術の研究開発において試作、性能確認、開発の完了した装備品である。すなわち新型の護衛艦は建造時点で開発が完了している最新の武器を搭載するという形態で設計、建造され、海上公試（試運転）による確認を経て受領され、そのまま1番艦として部隊に配備されている。

このような建造手法が可能である背景には、護衛艦は戦闘機や戦車に比べて、そのプラットフォームの規模に対して、そこに搭載される武器の規模の割合が小さいという事情が考えられる。戦闘機や戦車では、その武器類（ミサイル、砲などの火器およびその管制装置、あるいは情報処理装置など）が、ピクルに対して占める重量、スペースの割合が大きいため、機体そのものの形状、寸法などは、新しい武器の形態と密接な関係にあり、両者は一体となった形態で設計しなければならない傾向が強い。これに対して護衛艦では、多数の乗員を乗せて長期間単独行動をすることを前提としているため、艦の規模は搭載武器以外のさまざまな要求から決まってくる傾向が強いため、搭載武器の規模は必ずしも船体の形状を決定づけるものではない。したがって主要武器が船体の中にコンパクトに収容でき、必要な電力や環境が用意できれば、十分に機能を発揮できる場合が多い。すなわち船体と武器を一緒に開発しなくても、武器の艦装を適切に行なう船体設計をすれば、新規の武器を搭載した艦の建造が可能となるのである。

このような背景と流れを頭に入れて、以下16DDHにおける新型の搭載武器の研究開発の経緯と、設計および建造の流れについて述べることにする。

## 研究開発のプロセスと艦船建造

技術は防衛省の特別な機関として設置され、陸海空三自衛隊が使用する車両、船舶、航空機、誘導武器および統合運用に資する各種装備品から防護服に至る広い分野の研究開発を一元的に行なっている。

これらの研究開発のうち、開発に関する業務は、装備体系別に陸上・船舶・航空機および誘導武器担当の4技術開発官が行ない、その基礎となる研究に関する業務は、装備体系別の4研究所と、防衛省が重点的に取り組む統合先進技術を実施する先進技術推進センターが行なっている。また札幌、下北、土浦および岐阜に試験場が置かれ、試作品などの試験を行なっている。

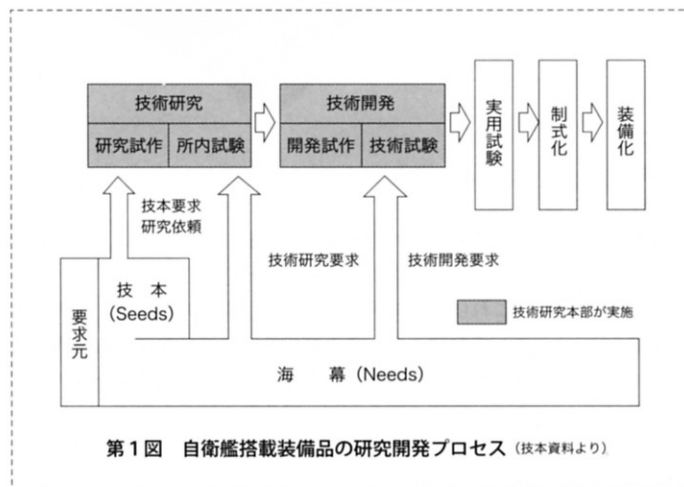
換言すれば、研究所が技術開発に必要な技術上の知識を取得するため、専門技術別に調査研究と試験を行ない、技術的可能性を追求する。そして技術開発官が各自衛隊の装備品の創製または重要な改善をするため、装備体系別の業務分担によって武器としての総合的な考案、設計、試作を行なっている。

このように研究所で専門技術別に深められた研究の成果が、技術開発官により運用構想・装備構想に適合した装備品の開発に反映され、装備品としてまとめあげられるという方式をとっている。なお防衛省は製造部門を持たないため、試作品の製造については部外に依存し、技術は試作品の試験を実施し、その評価に当たっている。

技術における研究開発業務の特徴は、技術研究と技術開発に区分されることであり、技術研究は「技術開発に必要な技術上の知識を取得するための技術調査研究、考案および試験ならびに自衛隊において必要とされる事項についての科学的調査研究」と定められている。技術開発は「各自衛隊および統合幕僚監部の装備品等の創製または装備品等の性能、諸元および構造についての重要な改善をするために行なう考案、設計および試作ならびに技術試験」と定めている。

自衛艦に搭載される装備品の研究開発では、当該装備品を搭載する船舶との関係が重要な課題であり、このため研究開発に直結する部内に設計部門を有することが極めて有効である。旧海軍時代と同様に現在でも戦闘艦艇に関連する範疇の研究開発と設計は、自ら実施するという伝統が継承されているともいえる。

第1図は研究開発の一般的な業務の流れを示したものである。基本的な業務の流れは、「技術研究依頼」→「技術研究要求」→「技術研究」→「技術開発要求」→「技術開発」→「実用試験」→「制式化」→「装



第1図 自衛艦搭載装備品の研究開発プロセス (技術資料より)

備化」という順序からなる。

技術研究依頼とは長期的観点に立脚し、将来必要と予想される装備品などについて、運用構想および基本的性能等を策定するために必要な技術、あるいは装備品の研究開発に応用される先進技術に関する技術研究を、ユーザーである各幕が技術に依頼するものである（以下、各幕を海幕、技術を技術開発官〈船舶担当〉と読み換えることとする）。

技術研究依頼の成果をみて海幕は、技術研究要求を技術開発官（船舶担当）に提出する。すなわち技術研究とは海幕からの技術研究要求で、装備品などの技術開発の前段階としての研究であり、技術研究の段階では研究試作品を製造し、研究所で所内試験を行なう。

研究試作は、技術開発に必要な技術上の知識を取得し、技術の確認をするために行なう研究試作品の製作である。所内試験とは、研究試作した研究試作品の性能を確認し、その研究試作品を用いて技術上の知識を取得するために行なう試験をいう。

研究試作品の所内試験についての評価が終了すると、技術開発に進む。技術開発とは技術が海上自衛隊の装備品などの創製または装備品等の性能、諸元および構造についての重要な改善をするために行なう考案、設計および試作ならびに技術試験をいう。技術開発で試作した開発試作品については評価を実施し、評価終了後はそれが

設計に適合するか否かについて評価をするための試験を行なう。評価試験終了後は実用試験に進み、開発試作品は海上自衛隊に移る。

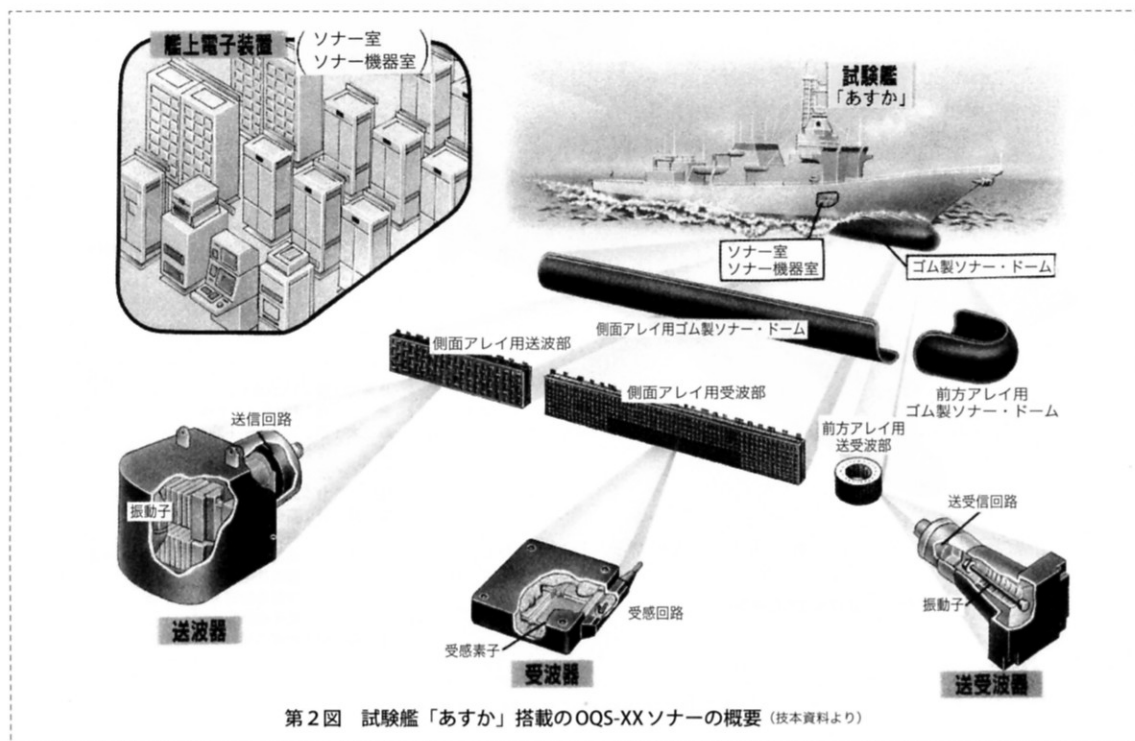
実用試験とは、ユーザーである海上自衛隊が技術開発において試作された装備品が、使用目的に適合するか否かについて評価をするために行なう試験をいう。実用試験終了後、開発試作品を制式化する。16DDHに搭載されたソナーや射撃指揮装置は、この開発プロセスにより生み出されたものであり、次にそれらの機能について概説する。

### ● 16DDHの研究開発搭載装備品について

16DDHには技術により開発された水上艦用ソナー（OQS-XX）、艦載用新射撃指揮装置（FCS-3）および水上艦用新戦術情報処理装置（ATECS）が搭載される。

水上艦用ソナー（OQS-XX）は、このソナーと長射程アスロックとの組合せにより、潜水艦への早期先制攻撃の機会を確保するために開発された新技術である。

このソナーは側面アレイと前方アレイとの機能分担を図り、遠距離から近距離までおよび深海域から浅海域まで所要の探知性能を確保するため、全体として統合化と自動化が図られている。アクティブおよびパッシブ搜索機能を保有し、アクティブとパッシブの同時搜索が可能である。また低周波を使用することにより探知距離が長く、浅海域での能力にも優れている。第2図は試験艦「あすか」



すか”に搭載されたOQS-XXの概要である。

この開発試作の成果は、16DDHの側面アレイとして装備される計画である（第3図参照）。

艦載用新射撃指揮装置（FCS-3）は、アクティブ・フェーズド・アレイ方式を採用した艦載射撃指揮装置で、複数目標の捜索、探知、追尾および武器管制を自動で行なうことができ、併せてシーケンスの一部にドクトリン技術を採用することにより、従来の射撃指揮装置に比べリアクション・タイムの極小化が図られている。運用構想としては艦載用新射撃指揮装置として、短SAM搭載の護衛艦に装備し、個艦防空システムの中核として複数の脅威目標の多様な経路からの同時攻撃に対処可能としている（第4図参照）。第5図は試験艦“あすか”に搭載したFCS-3のシステム構成について示したものである。

水上艦用新戦術情報処理装置（ATECS：Advanced Technology to Combat System）は、新戦闘指揮システ

ム（ACDS：Advanced Combat Direction System）と新対潜情報処理装置（ASWCS：Anti Submarine Warfare Control System）から構成され、関連装置として水上艦用EW管制システム（EWCS）と上述のFCS-3がある。各種レーダー、データリンク装置、ソナーなどからのセンサー情報を入力し、ミサイル、砲、魚雷などの武器を管制する。運用構想として、ATECSは将来護衛艦に装備され、2000年代初期に予想される脅威に対処する戦闘システムの中核として、個艦戦闘能力の効果的な発揮のために使用される。なお、ここでいう個艦戦闘能力とは、対空戦機能、対潜戦機能および対水上戦機能を総合した戦闘能力を指している。第6図はATECSの運用構想を、第7図はその構成の概要を示したものである。

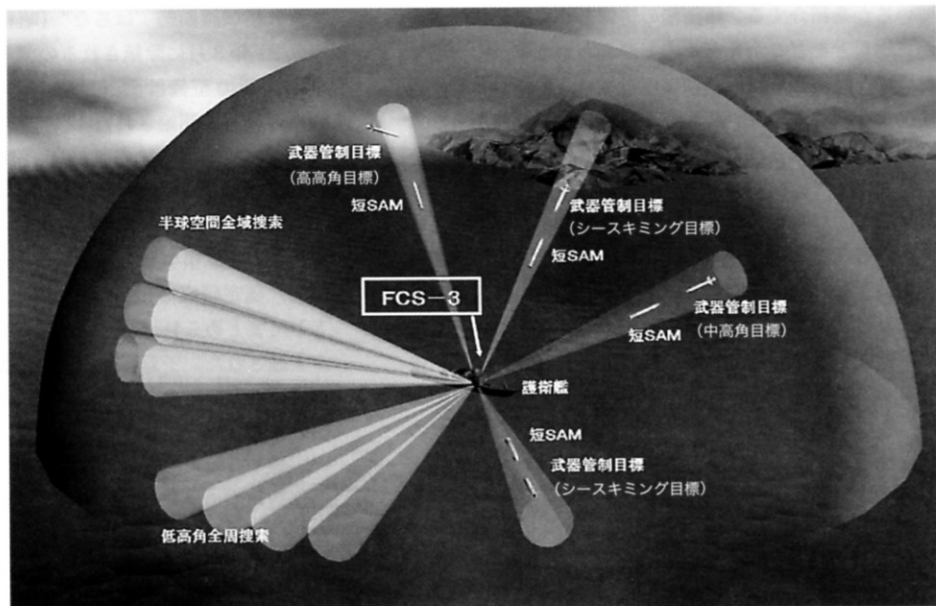
ASWCSは対潜センサーおよび対潜武器の一元管理を行ない、対潜戦を管理する。ACDSは各種レーダーおよび対空・対水上戦武器を管制するとともに、各種



第3図 16DDHのイメージ (CG作製：編集部)

戦の主システム (ASWCS: 対潜戦, FCS-3: 対空戦, EWCS: 電子戦) を管理することにより、各種センサー情報の相関統合、指揮官の意思決定の支援などを行なう。この戦術情報処理装置の特徴は、予想される戦術状況に対応したオペレーターの判断支援および操作支援のため知識データベース化したIF-THENルールを用いたドクトリンを採用していることである。

艦艇の武器システムを統合する指揮管制システムは、搭載武器の種類によって異なり、艦艇ごとに一つ一つがオーダーメイドの製品となる傾向があり、プログラムの形態管理が困難である。この戦術情報処理装置では、オペレーション・プログラムに、ソフトウェアの機能を部品として扱えるオブジェクト指向言語であるAda, C++を使用することで、プログラムの形態管理を容易にしている。この試作品は、初めて純国産品として開発された戦術情報処理装置であり、計算機やネットワークに多数の民生品 (COTS: Commercial Off The Shelf) を使用した大規模なソフトウェア開発であることが特徴である。開発に当たっては分散処理方式を採用し、戦闘システムのシステム統合技術、ドクト



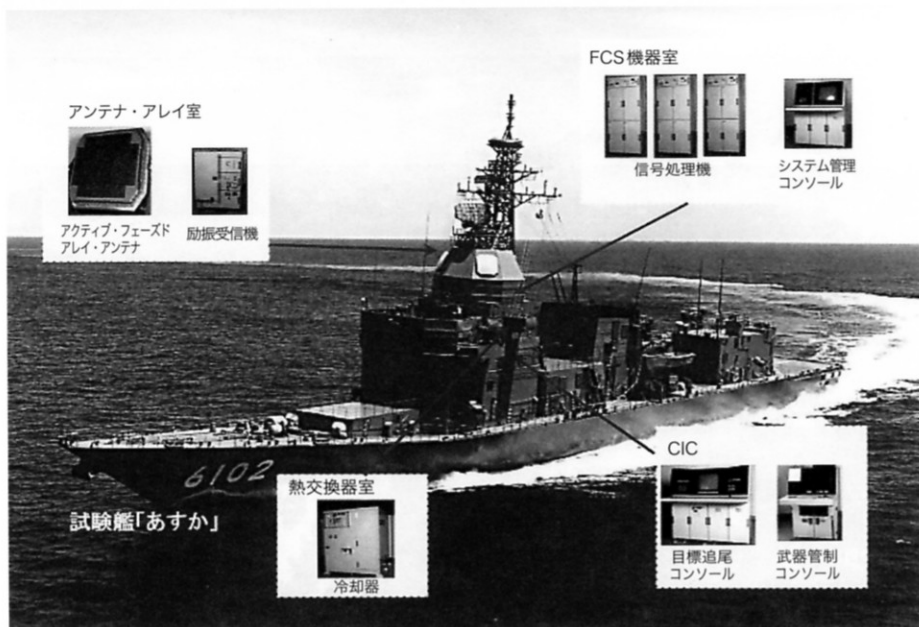
第4図 FCS-3の運用構想 (技術資料より)

リン適用技術および目標情報統合技術を確立した。

なお艦船建造と研究開発はまったく独立のものではなく、搭載される主要装備品と艦船の設計は互いに密接に関連しており、以下にそれらについて述べる。

### 艦船建造の流れ

まず護衛艦の建造がどのような過程を経て、行なわれ



第5図 FCS-3のシステム構成 (技術資料より)

ているかを紹介する。護衛艦の特徴として、一般の商船が貨物などをどこからどこまで運ぶという単一の目的において、経済性を評価基準に建造されるのに対して、護衛艦は多様な運用シナリオのもと、多数の機能からなる高機性能が要求される。

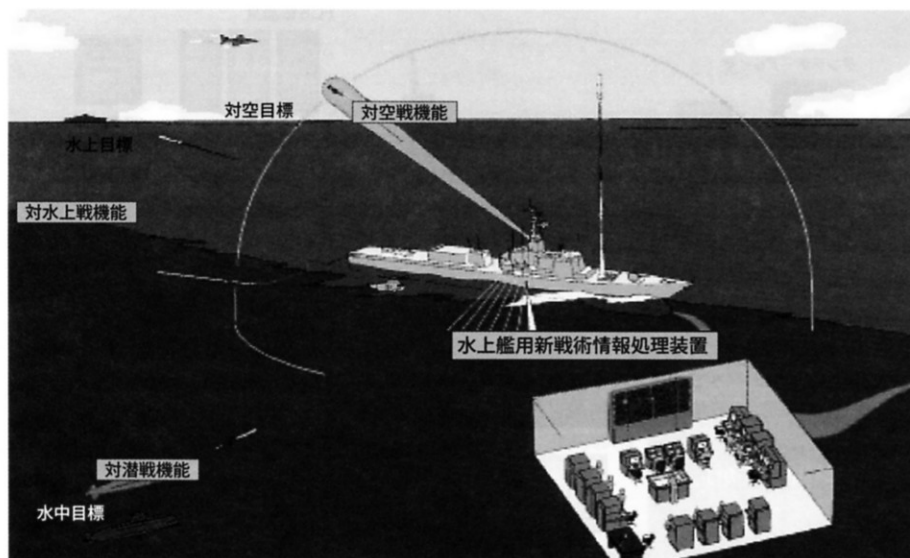
したがって、その評価基準は経済性のほか、対空戦、対潜戦および対水上戦といった作戦任務を遂行するため、各種搭載武器の全能発揮とこれらを可能とする推進機関、発電装置などの大規模なインフラとの折合いが重要な要素となる。また1発の被弾で戦闘不能にならないような区画配置や機器配置とすることによる残存性や、相手のセンサーに探知されないよう水中に放射する雑音の低減や、相手のレーダーに対する反射面積を低減するなどの隠密性（ステルス性）も考慮することが求められる。

護衛艦に要求されることをまとめると、Speed, Strength, Stabilityなどの3Sに加え、Stealth（隠密性）、Survivability（残存性）を含めた5Sについて、トータルシップ・エンジニアリングの観点から、相互に矛盾する複雑な要求を満足させるべく設計を行なう必要がある。したがって各種の複雑な要求を満足する基本仕様を確定する必要があるため、技術で基本計画、基本設計を実施している。

建造期間だけを見ても、商船が1～2年であるのに比較し、護衛艦は4年の期間を要し、計画を含めると長い期間と多くの部門と人により成り立っている。以下、護衛艦の建造の流れを、16DDHを例にとって紹介する。

## 16DDHの建造の流れ

16DDHは、現在就役している海上自衛隊のヘリコ



第6図 新戦術情報処理装置の運用構想（技術資料より）

プター搭載護衛艦“はるな”（昭和43年度計画艦）が、平成21年3月に除籍されるのでその代替艦として、13中期防衛力整備計画（平成13～17年度の5カ年計画）の検討が開始された11年に、海幕において技術的検討が本格的に開始され、16年度計画艦（基準排水量13,500トン）として中期防衛計画に盛り込まれた。

その後、平成16年度に向けて、海幕防衛部を中心に運用上の要求事項をとりまとめるための検討作業（構想研究、確定研究など）が行なわれ、14年度に期待性能としてまとめられ、概算要求（財務省への予算要求作業）が実施された。予算要求段階から設計段階、建造段階を経て、就役段階に至る流れを図にまとめてみると、第8図のようになる。

### ●予算要求段階

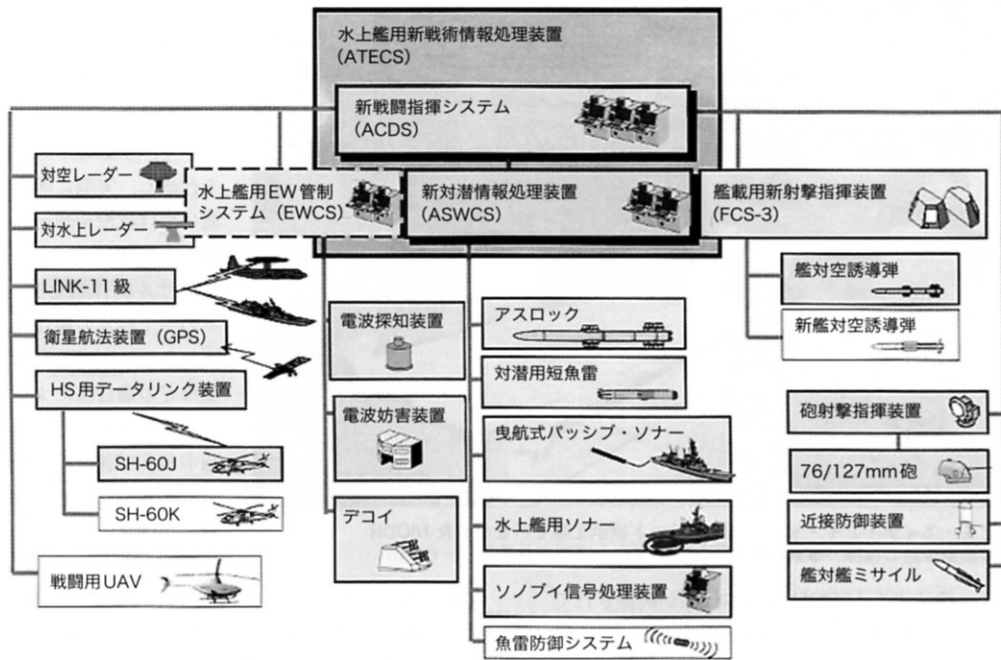
建造年度の2年前である平成14年度に概算要求作業が開始された。最初の作業として、海幕防衛部では予算要求のための運用上の要求事項である任務、運用構想、期待すべき性能（速力、航続距離、機関型式、軸数、搭載予定の主要装備品、乗員数、船価の目標値）などをまとめた期待性能を作成し、海幕技術部に通知する。

技術部ではその期待性能に技術的要求事項を加えて、技術の船舶設計を担当する技術開発官（船舶担当）に対し、期待性能を具現化するのに必要な船の要目を示す概算要目資料の作成を依頼する。その内容は、船の主要寸法（長さ、幅、深さ）、基準排水量および運用時に生ずると想定する4種の排水量（満載、常備、消費、軽荷排水量）、性能、主要装備品（武器、機関など）および主要区画（戦闘区画、機械室等）を配置した概略配置図を含めた資料からなる。

技術の船舶設計部門では、要求された事項に基づき検討作業を実施し、概算要目資料としてとりまとめ、海幕に回答する。海幕では概算要目資料を基に予算要求のための見積もり作業を行ない、財務省に対し予算要求を実施することになる。

### ●設計段階

技術の設計部門では、概算要目資料作成後は技術的検討を開始し、16年度の設計作業の準備に備



第7図 水上艦用新戦術情報処理装置の概要 (技術資料より)

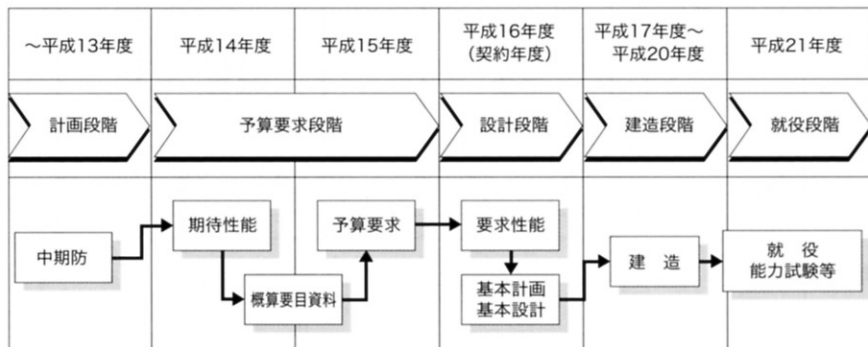
えることになる。予算が成立すると海幕では要求性能を作成し、防衛大臣（以下大臣と記述）に上申する。要求性能が決定されると、技術では要求性能に基づき、基本計画（要求性能を実現するために必要な船舶の諸元、性能、構造、装備品その他船舶の設計の基本となる事項）を作成し、海上幕僚長と協議を行なう。

海幕では基本計画を審議するため、海上幕僚副長を委員長とする性能審議委員会を開催し、約1カ月をかけて集中審議を行なう。審議結果は、海上幕僚長から技術研究本部長（以下技術本長と記述）へ回答され、技術本長は審議結果を踏まえた基本計画を大臣に上申する。内部部局では上申された基本計画を審議するため、事務次官を議長とする装備審査会議を開催し、その審議結果を大臣に報告し、基本計画の決定を得ることになる。

基本計画が決定されると、技術では引き続き基本設計作業を実施

する。基本設計作業は、短期間に膨大な設計図面を作成することになり、技術の設計担当者の設計工数では賅うことができないため、護衛艦建造造船所と労務借上げ契約を行ない、基本設計作業を実施する。16DDHの設計作業では、アイ・エイチ・アイ・マリンユナイテッド、三井造船、三菱重工、ユニバーサル造船4社の設計者の労務を借り上げて実施した。

基本設計図書が作成されると、基本計画の手続きと同様に、海上幕僚長との協議を経て大臣に申請し、承認を受けることになる。基本設計の承認が得られると、海幕



第8図 艦船建造の流れ (技術資料より)



アイ・エイチ・アイ・マリンユナイテッド横浜工場で行なわれた16DDHの模型審議の様相。写真は航空管制室の実物大模型である。(防衛省)

装備部では、建造する16DDHの基本仕様が網羅されている建造のための仕様書を作成する。その中には基本設計図書が基本仕様として含まれている。仕様書が作成されると、海幕は装備本部に対して調達要求を行ない、建造契約が実施されることになる。16DDH建造は平成17年3月にアイ・エイチ・アイ・マリンユナイテッドと契約された。以上の設計段階の流れを図にまとめると、第9図のようになる。

●建造段階

受注造船所は、建造仕様書の基本設計図書に基づき、製造するための詳細設計を実施することになる。詳細設

計段階の初期には、1番艦(新型艦)では(模型審議、図面審議)を行ない、細部仕様を確認していく。

模型審議では主要な区画について、1分の1の区画模型を作成し、実際に運用者を配置につけ就役後想定される運用シナリオに基づき一連のリハーサルの作業を実施する。その中で機器の操作性、視認性および区画内の配置、通行性などの適合性について製造前に確認することにより、建造中および就役後の不具合をなくすという目的が達成される。16DDHの場合、艦橋、航空管制室、司令部作戦室、

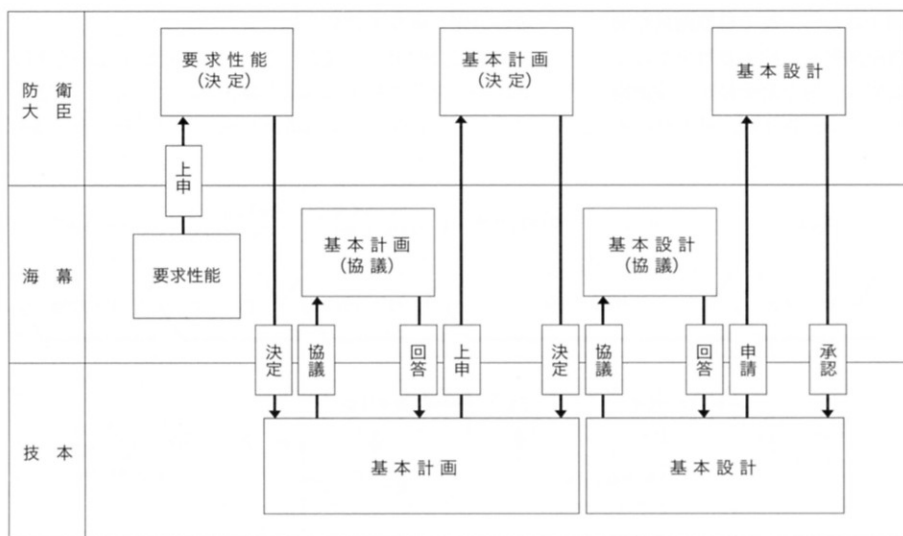
CIC、操縦室兼応急指揮所の5区画を対象に実施された。建造造船所は製造に取りかかる前に膨大な詳細設計図面を作成し、防衛省に対し承認申請を行なうことになっている。

16DDHでは契約後約1年2カ月後の平成18年5月に起工式が実施され、起工後は1年3カ月の間建造ドックで主に船殻工事が行なわれ、19年8月に進水の予定で建造が進められている。進水式では、合わせて命名式が行なわれ、この期を境に16DDHは16DDH「〇〇〇」と呼ばれることになる。

この時期から就役後に本艦の乗員となる海上自衛官が、艦装員として着任を始め、引渡しまでにほぼ全員の乗

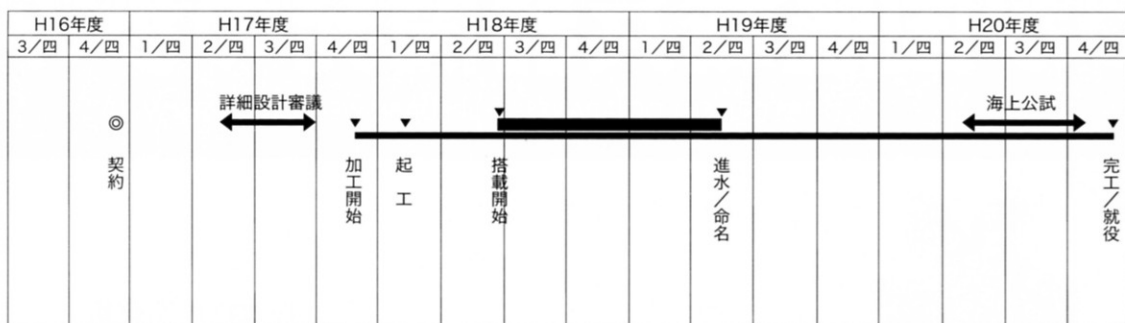
員が配置され、就役に向けての準備を行なっていく。艦装員は船が引き渡された時点から、船を運航することになり、建造期間中装備品の習熟および細部の艦装状況を調査、研究することになる。

進水後は約1年間艦装岸壁で主に船体、機関、電気、武器などの艦装工事が行なわれ、艦装工事がほぼ完了する平成20年8月頃から約6カ月間をかけて、性能な



第9図 設計段階の流れ (技術資料より)





第10図 16DDHの建造工程 (技術資料より)

どを確認する海上公試を実施し、要求された性能を満足していることを確認する。

海上公試が始まる時期になると、海幕では公試および建造中に実施された試験の成績書に基づく主要性能を審議するため、就役条件審議委員会が組織される。海上幕僚長は、委員会の審議結果について、技術本長と協議のうえ大臣に報告する。

現在平成21年3月就役の予定で建造が進められており、引渡式に引き続き、自衛艦旗授与式が行なわれ、ここで初めて護衛艦「〇〇〇」として、海上自衛隊の護衛艦に編入されることになる。第10図は16DDHの主要工程を示したものである。

#### ●就役段階

就役と同時に、建造の流れがすべて終了したわけではなく、引き続き海上幕僚長は当該艦船の在籍地方総監に能力試験を実施させる。能力試験は新たに製造された1番艦を対象として実施され、艦船の荒天時における堪航性(船舶が航海通常生ずることのある気象海象などの危険に堪えて安全に航行することができる性能)および運動性を確認検討し、合わせて武器および艦装の適否を調査検討することを目的としている。実施時期は乗員の練度が十分となった時点(就役訓練、練成訓練終了後)で、荒天が得られる時期ということで、3月頃就役した護衛艦の場合、おおむね次年度の1～2月に実施されている。

また護衛艦の場合、就役の日から8カ月、3年の期間の当該護衛艦および装備品の性能、計画、設計、工作および艦装などに関し、就役後の使用実績が報告される。使用実績の報告は、当該護衛艦の装備上、運用上の不具合の改善と他の護衛艦を建造する時の計画資料とするために行なわれている。

16DDHは平成11年度に検討が始まってから、就役が予定される21年3月まで、計画から就役までに約10年の期間を要している。また関連する機関は、防衛省においては内部部局、技術、装備本部、海幕および部

隊、企業においては、建造造船所、武器などの製造メーカーをはじめ、約2,500社に上る企業が関連して建造が成り立っているといえる。

#### おわりに

以上、16DDHを例に新型装備品の開発と新型艦の設計、建造の関係を述べた。このような研究開発と新型艦の建造という2つの流れを調和させる護衛艦の取得方法は、現在まで経済性と信頼性を兼ね備えた優れた手法として定着している。

しかし将来の護衛艦では、米欧で発表されている計画に見られるような、三胴型高速船型(トリマラン)や、レーダーなどに対するステルス化を極限まで追求するような新しい概念の船型が計画されることも考えられる。また米欧では武器装備もますます高性能化、大規模化が進んだものを開発し、搭載するような傾向にある。

たとえば米海軍などでは将来の戦闘武器として電磁砲が検討されているが、このような武器システムでは電力の要求量が莫大になるため、推進機関の出力レベルにも及ぶ電力の供給が必要となり、推進機関で直接発電し、武器に供給するような巨大な電力供給プラントを持たなければならないともいわれている。そのような将来艦艇においては、船体と開発装備品の関係は極めて緊密なものになることが考えられる。

このような将来の護衛艦建造においては、船体と武器システムを当初から一体化して計画し、搭載武器だけでなく船体自体の研究開発活動も同時に実施する必要性が高まってゆくであろう。すなわちトータルシップ・エンジニアリングと呼ばれる概念に基づく建造を行なってゆく必要性が高まっていくものと考えられる。そのためには、新型艦の初期計画段階に、開発搭載武器と船体が緊密に関係する部分やステルス性について設計検討ができるような態勢が望まれる。そこではM&S(モデリング・アンド・シミュレーション)技術やCAD技術が重要になっていくであろう。