

わが国艦載兵器開発の歩み

DEVELOPMENT OF JAPANESE SHIPBOARD WEAPONS AFTER WW II



技術開発官 (船舶担当) 付

- 小林 正典 (第2開発室長)
- 津根 雅孝 (第3開発室長)
- 十時 新治 (第5開発室長)
- 外山 雅士 (第6設計室長)

護衛艦「しらね」の艦橋構造。2基の72式射撃指揮装置が背負式に装備されている。(海上自衛隊)

本稿では技術研究本部が開発した水上艦用の主要な搭載兵器について、過去から現在までの軌跡を紹介する。

ソナー開発の歩み

アクティブ・ソナーの研究開発(第1図参照)は、昭和30年代より総合方式、信号処理技術、表示方式、送



試験艦「あすか」に装備された水上艦用ソナー QQS-XX。(技術資料より)

受波器等に関する研究が開始され、40年代にはT-3(OQS-3)装置とT-101(OQS-101)装置が開発された。OQS-101は低周波、大出力ソナーの先魁として、目標のCZ探知、BB(ボトム・バウンス)探知を狙ったものであり、特徴としてSSI(Sector Scan Indicator)表示、LFM(Linear Frequency Modulation)信号の採用、LFM相関処理、AGC(Automatic Gain Control)、TDI(Target Doppler Indicator)方式の各種新技術が採用された。

昭和50年代に入り、探知状況の安定化、海洋環境への適合、省人化等を目的とし、多機能処理化、装置の小型化、自動化等のためソナーのデジタル化の検討が始まり、デジタル技術を応用したソナー受信系のデジタル・フィルターの検討、位相合成処理およびシェーディングによるビーム・フォーマーの検討、目標探知・類別の自動化の検討などが行なわれ、それらの成果をもとに「水上艦用ソナー(OQS-X)」の開発試作を行ない、大幅な性能向上に寄与した。

昭和60年代以降は、ソナー雑音対策として、

初めてゴム製ソナー・ドーム（ラバー・ウィンドウ）を採用した「OQS-102」および「OQS-5」の装備化を実現させた。これらのソナーは、“こんごう”型イージス護衛艦，“むらさめ”型，“たかなみ”型護衛艦に搭載され，海上自衛隊の主力ソナーの位置を確立している。

平成に入り，前方アレイ，側面アレイの2つのソナー・アレイを有する大型ソナー「水上艦用ソナー（OQS-XX）」の研究開発を行なった。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かつ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。またアクティブおよびパッシブ捜索機能を保有し，アクティブとパッシブの同時捜索が可能であるほか，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る特徴を有している。

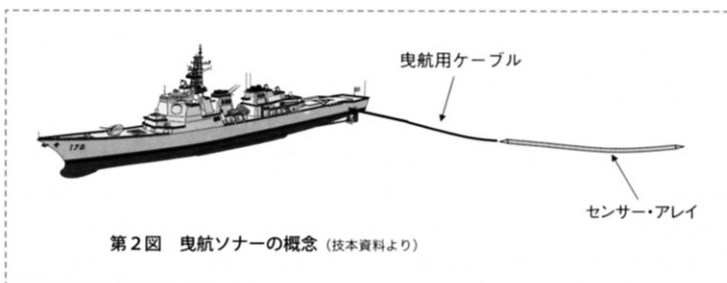
また第1図に示すように，久里浜の艦艇装備研究所（旧第5研究所）において，送受波可能な周波数範囲が従来のものに比べ非常に大きな送受波素子が平成9年度より研究試作され，この広帯域素子技術を適用した水上艦用ソナーの前方アレイにより低周波長距離探知に加え高周波アポイダンス機能（機雷のような小さな水中物体を探知し回避すること）を可能とする多用途ソナー・システムが，初めて16DDH搭載のOQQ-21において実現した。

これに対し，パッシブ・ソナーは，高速信号処理プロセッサーを用いたFFT法による周波数分析処理法の実用化が研究され，信号処理利得が大幅に向上した。これらの技術は昭和54年度の研究試作「曳航式パッシブ・ソナー（TASS，第2図に概念を示す）」に採用され，改良した上で58年度からの開発試作へ反映された。これらの技術は「86式曳航式パッシブ・ソナー（OQR-1）」およびOQS-XXに適用され，実用化された。

アクティブおよびパッシブ・ソナーの共通技術として，目標類別の自動化は大きな課題であり，昭和50年代後半から研究を継続してきたが，人工知能技術を応用したANN（ニューラル・ネットワーク）処理を研究し，平成元年度からの研究試作「ソナー情報処理装置」によって，多重・高階層の処理ネットワークによる信号検出および類別処理性能を，実海面データにより評価され，艦船を含む各種ソナー・システムの自動化に応用されている。

第1図 国産ソナーの開発線表（技術資料より）

西暦	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
アクティブソナー	T-3	← T-3 → OQS-3	← T-101 → OQS-101	← OQS-X → OQS-5 OQS-102	← OQS-XX → OQQ-21
				← OQS-XX → OQQ-21	↑ 広帯域信号送受信素子の研究 ↓
パッシブソナー		曳航式パッシブ・ソナー	← → OQR-1 OQR-1B		



第2図 曳航ソナーの概念（技術資料より）

艦載用射撃指揮装置開発の歩み

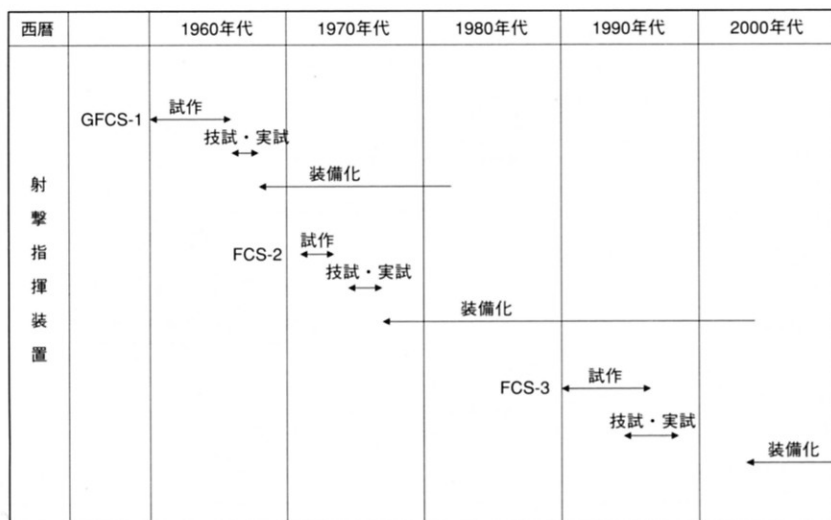
次に対空防御技術として艦が装備している火器を指揮・管制する艦載用射撃指揮装置（FCS：Fire Control System）の技術における開発の歩みについて記述する。

海上自衛隊発足当時は，射撃指揮装置はアメリカ製であったが，昭和32年度にスイスのコントラヴェス社製の射撃指揮装置が導入され，護衛艦“はるかぜ”に装備され，その後は国産での開発に移行した。

国産でコントラヴェス社製の射撃指揮装置と同等以上の性能を目指して昭和35年から開発に着手し，レーダー方位盤の無人化，TV装備，目標自動表示器，多目標自動追尾器および有人の光学方位盤など，コントラヴェス社製を含めて当時の射撃指揮装置にはなかった構成や構想を含んで試作された。試作期間は5年間。護衛艦“はるかぜ”に搭載して技術試験，実用試験を2年間実施し，43年に68式射撃指揮装置として制式制定された。その実用装備品として47年に「72式射撃指揮装置」が制式化され，41年度計画護衛艦“なつぐも”“ながつき”から装備化された。

68式は無人化されたレーダー方位盤で，このような方位盤は当時諸外国においてもなく，装備時は用兵者に

第3図 射撃指揮装置の開発線表 (技術資料より)



として馴染めなかったようで、実用装備としては有人式(72式)となったのである。TV装着は以降定着し、多目標自動追尾器は着想としてはターター装置の Target Selection and Tracking Console に優るものであったが、関連技術が伴わなかったため作動が不安定であり、その部分は装備化されなかった。しかし着想は以後の指揮装置に採用されていく TWS (Track While Scan) の原型をなすものであった。

1967年(昭和42年)にイスラエル駆逐艦エilatが、エジプト海軍哨戒艇が発射したSSM(艦対艦ミサイル)によって撃沈された事件後、SSMは急速に脚光を浴び、SSMを指揮制御するとともに、低空を飛来する小型高速目標を防御する能力を持つ射撃指揮装置の開発が要望された。これを受けて技術は小型射撃指揮装置(FCS-2)を昭和45年から52年にかけて開発した。

FCS-2は目標の高速化に対応するために、68式射撃指揮装置に比べて、方位盤(ミサイルの発射諸元および発砲諸元を算出するために、目標の現在位置を測定するもの)は警戒レーダーと追尾レーダーの2つのアンテナを持ち、目標探知から追尾までのリアクション・タイムを短縮し、探知目標についての評価機能を強化している。FCS-2は砲の指揮制御と同時に、ミサイルの指揮制御機能を有しているが、ミサイル制御部は特に試作を行わずに製作可能であるとの検討結果を受けて、砲制御部のみを試作し、技術試験を実施した。

FCS-2はデジタル電子計算機を使用し、情報を時分割処理することによって、1台の指揮装置で弾道の異なる複数の武器を同時制御する能力を持つことを特徴としている。

昭和53年度に射撃指揮装置(のちに81式と命名)

として制式制定され、52年度計画護衛艦“はつゆき”“いしかり”以降の護衛艦と、“たかつき”型、“はるな”型のFRAM(Fleet Rehabilitation and Modernization:護衛艦の近代化)艦に搭載され、砲を管制するFCS-2-21/22型、短SAM(シー・スパロー)および砲を管制するFCS-2-12型として採用された。

その後、海上自衛隊ではFCS-2型の改良を重ね、平成3年度計画護衛艦“むらさめ”からFCS-2-31が搭載されている。

艦載用新射撃指揮装置(FCS-3)は、短SAM装備の護衛艦に搭載し、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な艦載用射撃指揮装置として、昭和61年度から平成8年度にかけて開発された。61~63年度に研究試作を行ない、63年度の所内試験で艦載用新射撃指揮装置の要素技術に関するデータ取得を実施した。その結果から部内研究において装備性、システムについての検討を行ない、開発試作への移行ができるとの見通しを得るとともに、基本設計を確立した。

以上の成果に基づき、海上での評価を行なうために試験艦“あすか”搭載を想定し、4面固定型アクティブ・フェーズド・アレイ・アンテナ、多目標自動探知追尾、計算制御を行なうレーダー・リソース・マネージメントおよびドクトリンによる武器管制技術を適用することにより、半球空間の同時多目標自動探知追尾、同時多目標対処およびリアクション・タイムの極限を実現する試作を行なった。

試作完了後、海上技術試験を実施した。海上試験では、航空機(F-15、T-4)を用いた接近・交差運動を行なう高機動目標に対する探知追尾性能および多目標追尾性能、曳航標的を用いた小型かつ低高度目標の探知追尾性能、5インチ(127ミリ)砲弾と同一形状をしたレーダー標的であるTRAP(Target Radar Augmented Projectile)弾を用いた超小型・超音速目標の探知追尾・対処性能を確認した。

“あすか”には短SAMが装備されていないためミサイルの実発射までの試験はできなかったが、技術試験ではミサイル発射信号の送出までの一連のシーケンスが確認できた。

約2年間にわたる海上技術試験により、FCS-3の実フィールドでの高速・小RCS目標に対する確実な自動探知追尾、リアクション・タイムの極限、同時多目標対処等の能力が実証され、その成果は評価会議で審議され、開発完了が認められた。なおアクティブ・フェーズド・アレイ方式の艦載用多機能レーダーの開発完了は、世界初であった。

その後、海上自衛隊による実用試験が行なわれ、使用目的に対する適合性が認めら

れ、平成12年に00式射撃指揮装置として制式制定された。16DDHには開発成果とプロセッサーなどの最新技術を反映することで小型軽量化され、「短SAMシステム」の射撃指揮装置として装備化される予定である。

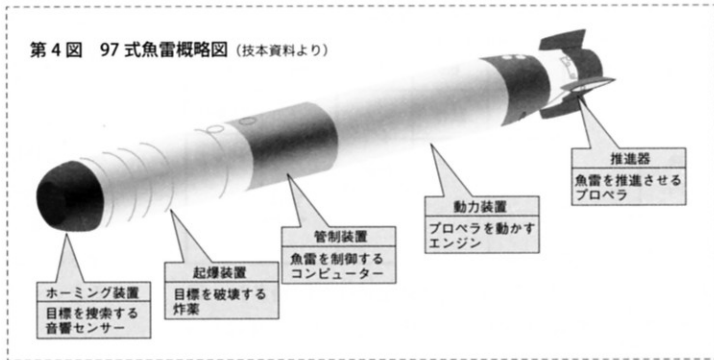
水上艦用短魚雷開発の歩み

わが国が初めて魚雷を保有したのは、遠く明治17年(1884年)にドイツから輸入したものが最初である。この魚雷は「朱式84式」と称され、ドイツがイギリスの特許を購入して開発したものであり、現在の魚雷と比較して、射程も短く、速さも遅かった。明治27年にわが国として初めて敵に対し魚雷を発射したのは、この魚雷といわれている。その際、魚雷を発射したのは、海軍大佐東郷平八郎が艦長をしていた軍艦浪速であり、発射された魚雷は「不達」であった。わが国の保有する魚雷が初めて戦果を挙げたのは、明治28年の威海衛の夜襲であり、この際使用された魚雷も当該魚雷であるといわれる。

魚雷の国産は、明治24年に海軍造兵廠で輸入した魚雷を模したものを製造したのが最初である。以来、魚雷の輸入と製造が繰り返され、研究も行なわれるようになり、わが国の魚雷の技術が発展していったと考えられる。帝国海軍が研究開発を行なった魚雷を説明すると膨大な説明を要するので、ここでは割愛する。

さて、防衛庁・海上自衛隊が発足してからは、昭和29年に対潜高速魚雷の委託研究を外注したのが最初の研究である。そして昭和31年には、戦後初の国産である「試製54式魚雷」が実用化され

第4図 97式魚雷概略図 (技術資料より)

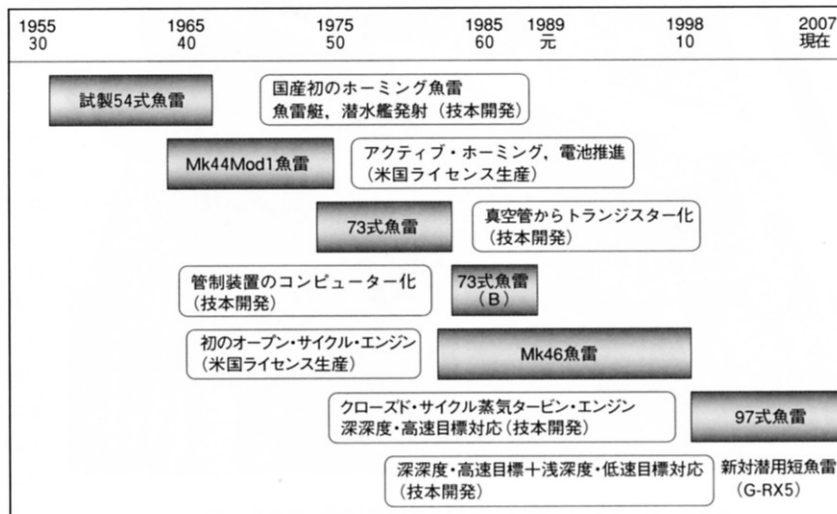


た。太平洋戦争までの魚雷は、主として水上艦攻撃用直進魚雷であったが、世界の趨勢は、潜水艦攻撃用の三次元ホーミング魚雷が主力となり、この魚雷も同様に目標の航走音を追いかけるパッシブ・ホーミングのみではあるが、音響ホーミング魚雷である。

ここで、わが国が現有する短魚雷に限定すると「Mk44 Mod 1魚雷」、「73式魚雷」、「73式魚雷(B)」、「Mk46魚雷」および「97式魚雷(第5図参照)」が装備されており、さらに現在は「新対潜用短魚雷(G-RX5)」が開発されている。

現有の最古参である「Mk44 Mod 1魚雷」は、水上艦(発射管およびアスロック・ミサイル)、航空機(固定翼および回転翼)から発射(または投下)されるアクティブ・ホーミング魚雷であり、昭和36年に米海軍から使用承認を得た後、輸入を開始し、39年からわが国で生産された。これと同時に36年から委託研究、翌37年から部分試作が開始された。40年からは技術試験が行なわれ、48年に「73式魚雷」として制式化された。さらに53年度からは、同魚雷の誘導性能の向上に重点

第5図 魚雷の製作線表 (技術資料より)



第6図 艦載用対艦ミサイルの開発線表 (技術資料より)

年度	60	61	62	63	H1	H2
実施内容			試作	技試	実試	装備化

をとおした「73式魚雷(改)」の研究試作が開始され、最大ホーミング距離を飛躍的に延伸して、昭和62年に「73式魚雷(B)」として制式化するとともに、「73式魚雷改修用キット」として生産された。

そして昭和52年には、アメリカが「Mk46魚雷」の開発を終了したことに伴い、わが国は「G-RX3魚雷」の開発中であったが、アメリカからMk46のライセンス生産が許可されたため開発を打ち切り、56年からライセンス国産を導入し、順次ライセンス範囲を拡大して、平成元年に全体国産で生産されるに至った。

冷戦中においては、世界の潜水艦の趨勢が、高速、深深度航走可能な原子力潜水艦に移行しつつあり、魚雷においても、当該目標に対処しうるため、平成元年から「対潜用短魚雷(G-RX4)」の開発が開始され、技術試験等を経て、平成9年に「97式魚雷」として制式化された。

なお、この際に水上艦用ソナーの性能が大きく向上し、遠距離で探知した目標に対して、失探する前に魚雷を搬送する必要が生じたことから、「97式魚雷」を搭載できる「新アスロック・ミサイル」の研究開発が開始され、平成18年度に当該開発は終了した。

最近では、冷戦中に対象としていた深海域だけではなく、潜水艦にとって行動が困難であろうと考えられてい

た浅海域までも潜水艦が行動するようになった。そこで音響ホーミング魚雷にとって、探知しづらい音場が複雑な浅海域においても目標に対処できるよう、平成17年度から「新対潜用短魚雷(G-RX5)」の開発を開始し、現在開発中である。

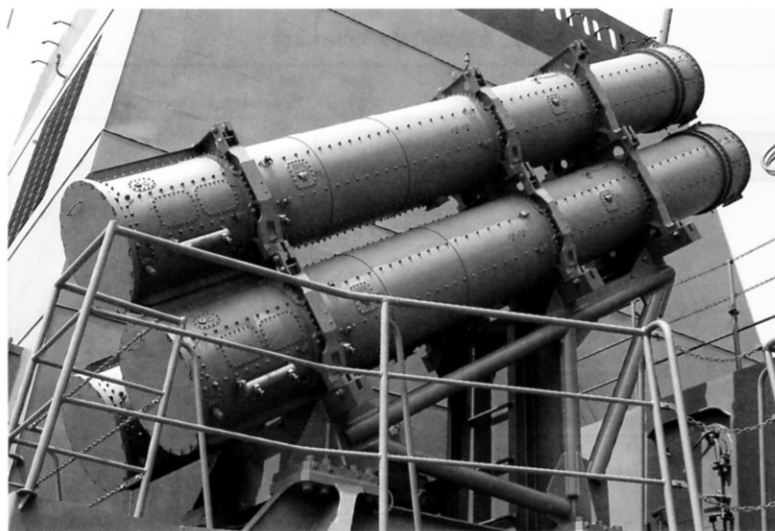
わが国の魚雷は、帝国海軍の時代から、その時代の背景、技術力により、最先端の技術を結集して研究開発がなされており、現在では、世界に誇る技術を保有しているといっても過言ではない。

ミサイル開発の歩み

わが国の艦載用対艦ミサイル開発は、第6図に示したように昭和61年度から試作を開始し、63年度の技術試験、平成元年度の実用試験を経て、2年度に「90式艦対艦誘導弾(第7図に概念を示す。なお、以下SSM-1Bという)として制式化された。SSM-1Bは艦/空対艦誘導弾(XSSM-1B/XASM-1C)の技術開発の一環として、地对艦誘導弾(SSM-1)の技術を発展転用して開発したもので、水上艦艇から発射後、ただちに海面に降下し、シー・スキミングで飛翔する。最終段階では、自己のレーダー・ホーミング装置で敵艦艇を探知し、誘導してこれを攻撃する。

SSM-1Bは艦/空対艦誘導弾の技術開発の一環として昭和61～63年度の試作(その1)の中で開発されたもので、飛翔体Bs型2発、発射筒2個、誘導部・制御部一式のほか、艦上発射装置、支援器材および専用試験器材が制作された。誘導弾の発射試験は63年に第1次発射試験として、ダミー飛翔体2発を発射して、プースター・プラストによる船体構造物等への影響についてデータを取得した。第2次発射試験として、飛翔体Bs型2発を発射し、発射母艦との整合性、初中期誘導性能等を確認し、発射試験を終了した。

SSM-1Bの主要構造は次のとおりである。飛翔体は全長約5メートル、直径約35センチ、発射筒を含む質量は約1トンである。飛翔体胴体は誘導部、弾頭部、サステナ部、制御部、プースター部からなり、プースターは燃焼終了直後に切り離される。翼は前方から主翼、操舵翼およびプースター翼で、それぞれ4枚、すべての翼は折り畳んだ状態で発射筒の内部に収納され、発射筒から離脱すると同時にバネの力で展開する。誘導部はホーミング装置、慣性装置、高度計、オートパイロット電子装置等



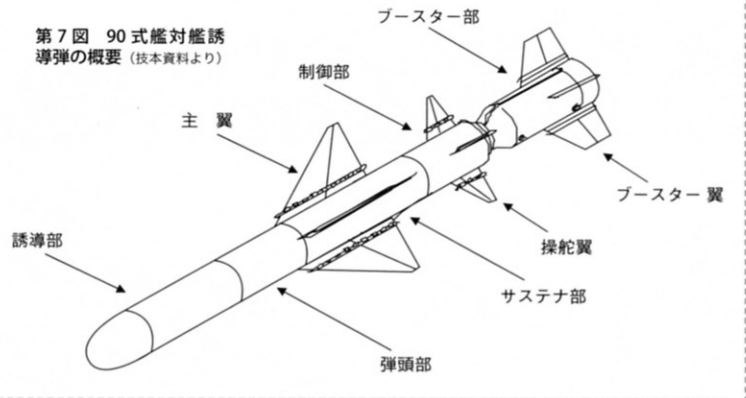
護衛艦「おおなみ」に搭載された90式艦対艦誘導弾の発射筒。(編集部)

からなり、SSM-1と同等である。弾頭、推進装置および制御部はSSM-1と同等である。信管は加速度検知式安全機構で、信管の「SAFE」状態を信管視認用ボルトを外すことにより直接確認できる。

発射筒は飛翔体を取納し、貯蔵、輸送、搭載および発射ができ、かつ消耗品の交換等により繰返し発射が可能である。また飛翔体を取納した状態で燃料の注入および排出ができる。

SSM-1Bはハーブーン・ミサイルとの共用性を有することが要求されているため、発射装置を介して現有のハーブーン・ランチ・システムが使用できるよう、艦上発射インターフェース(IFU)を装備した発射システムである。IFUはハーブーン・ランチャー架台部とLCU(Launcher Control Unit)およびRCU(Remote Control Unit)で構成されている。RCUはハーブーン・ミサイル最大射程以上の射撃時等に目標データの初期値入力および射撃管制用として使用する。RCUによる発射では、風向・風速およびの針・的速の入力による飛翔経路の補正計算な

第7図 90式艦対艦誘導弾の概要 (技術資料より)



らびに目標命中予定時間(TOT: Time On Target)の計算機能を活用することができる。ハーブーン・ミサイルに比べてSSM-1B固有の機能である、ハーブーン・ミサイルの最大射程以上での発射、中間点の指定(回り込みの指定)、目標選択(中心またはランダム選択)、命中点高度の指定および大気温度の設定等については、IFUからの初期値入力により発射が可能である。SSM-1Bは平成2年以降に建造された護衛艦とミサイル艇に搭載されている。

〈主な内容〉

- 1章 コンテナによる輸送革新／2章 貨物コンテナ
- 3章 コンテナ船の一族／4章 コンテナ船の発展史
- 5章 フルコンテナ船の船型、構造及び設備／6章 コンテナ船の将来

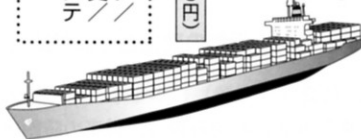
渡辺逸郎 著／B5判 172頁 定価3570円(税500円)

コンテナ船の話

▼コンテナ輸送の誕生から様々なコンテナ船の登場、それぞれの船型・構造及び設備などハード面に至る迄を詳細に解説!

★外観・一般配置概略・構造図を説明、部材名称とともに掲載。船体構造の基礎・概略を知るのに最適!

〈収録船種〉客船・フェリー／RO／RO貨物船／多目的貨物船および一般貨物船／コンテナ船／バルクキャリア／自動車運搬船・PCCおよびその他／冷蔵貨物運搬船・リーファー／その他の乾貨物船／油タンカー／液化ガスタンカー／ケミカルタンカーおよびその他のタンカー／その他の船舶／共通船体構造



英和版 船体構造イラスト集

惠美洋彦 著作画／A4判 224頁 定価8820円(税500円)

▼105種類の船体構造をカラーで紹介。

- 1章 内航海運とは／2章 内航海運小史／3章 内航海運の現状と課題
- 4章 内航海運業の構造と課題／5章 内航海運の現状と課題
- 6章 内航海運政策／7章 内航海運の技術開発
- 8章 船舶の安全確保と環境保全
- 9章 モーターシップと内航海運
- 10章 内航海運の展望

現代の内航海運

鈴木 暁 共著
古賀昭弘

四六判 208頁 定価1575円(税340円)

●交通ブックス216

▼物流を支える内航海運の現状を様々な視点から分析し、その問題点から将来展望を解説する!

成山堂書店

〒160-0012 東京都新宿区南元町4-51 成山堂ビル
TEL03(3357)5861・FAX03(3357)5867
http://www.seizando.co.jp E-mail:publisher@seizando.co.jp

*定価・発送費(税)は税込です。