

2015年度 特別調査  
海洋開発における将来展望を踏まえた技術・産業戦略に関する調査  
～ 海事分野におけるビッグデータ活用の最新動向

2016年1月

日本船舶輸出組合  
ジャパン・シップ・センター  
一般財団法人日本船舶技術研究協会



# 目 次

<b>エグゼクティブサマリー</b> .....	3
1 はじめに.....	5
1.1 ビッグデータとは.....	5
1.2 ビッグデータ解析(ビッグデータアナリティクス).....	7
1.3 ビッグデータ時代に適応するための取り組み.....	9
2 主要プレーヤーの動向・ビジョン・経営戦略.....	11
2.1 ロイズレジスター財団.....	11
2.2 GE Marine.....	12
2.3 Caterpillar Marine Systems.....	13
2.4 Rolls Royce Marine.....	14
2.5 Wartsila.....	14
3 海事ビッグデータの適用可能な分野.....	16
3.1 概観.....	16
3.2 データの一元収集.....	17
3.3 フリートマネジメント(運航管理).....	19
3.4 状態監視と維持管理.....	20
3.5 船級登録検査.....	22
3.6 製造分野.....	23
4 海事ビッグデータを可能にした情報通信、データ処理技術の発展.....	32
4.1 データ収集.....	32
4.2 センシング技術.....	33
4.3 通信システム.....	34
4.4 新世代衛星通信.....	36
5 各社のビッグデータ関連ビジネス.....	38
5.1 ABB Marine ー船上アドバイザーシステム.....	38
5.2 BMT グループ/BMT SMART ー性能監視ツール「SMART <sup>SERVICES</sup> 」.....	39
5.3 CATERPILLAR MARINE ーリアルタイム解析「OstiaEdge SmartShip Monitoring Suite」.....	39
5.4 ClassNK・MOL ー状態に基づく監視「CMAXS e-GICSX」.....	40
5.5 DANELEC MARINE ーVDR 接続システム「VDR Connect」.....	41
5.6 DAQRI ー仮想エンジニアリング・拡張現実「スマートヘルメット」.....	42
5.7 DNV GL ー性能管理ツール「ECO Insight」.....	42
5.8 ELECTRONIC POWER DESIGN ーデータ解析.....	43
5.9 ENIRAM ー包括的データ収集「Eniram Platform」.....	43
5.10 GE MARINE ービッグデータソリューション「Predix」.....	44
5.11 INTERNATIONAL Marine ー船底塗料効果予測ツール「Intertrac Vision」.....	45

5.12	MAN Diesel & Turbo	—データインターフェース「CoCoS EDS」	46
5.13	MARIS	—LOGデータベース「LOG4000 Database」	46
5.14	MARORKA	—総合的性能データ管理	46
5.15	RIGHTSHIP	—リスク予測・解析	47
5.16	ROLLS-ROYCE Marine	—インテリジェント船橋「oXブリッジ」	47
5.17	ROLLS-ROYCE Marine	—先進モニタリングシステム「HEMOS」	48
5.18	SIEMENCE GROUP	—クラウドベースのプラットフォーム「HANA Platform」	49
5.19	SKYSAILS/LEMAG	—性能管理「V-PER」	50
5.20	WARTSILA	—推進状態監視「PCMS」	50
5.21	WARTSILA	—仮想エンジニアリングコンセプト	51
6	研究開発レベルにおける各社動向		53
6.1	ABB Marine		53
6.2	ALAN TURING 研究所		53
6.3	大宇造船海洋		54
6.4	EUの研究プロジェクト EfficienSea 2		55
6.5	EU研究プロジェクト INCASS		55
6.6	JAMES FISHER MIMIC	—「スマート」監視	56
7	スマートシップと自律船実現に向けた取り組み		57
7.1	「スマートシップ」「自律船」とは		57
7.2	自律船		58
8	業界における自律船関連プロジェクト		60
8.1	EU研究プロジェクト—「MUNIN」		60
8.2	DNV GL	—「ReVolt」沿岸航行船コンセプト	61
8.3	ロールスロイス・マリン	—自律船プロジェクト	62
8.4	Eco Marine Power	—「Aquarius USV」	63
8.5	シーメンス	—「未来の船舶」	63
8.6	JSMEA・ClassNK	—スマートシップアプリケーションプラットフォーム(SSAP)	64
8.7	現代重工業	—「コネクテッド・スマートシップ」	65
8.8	UK MARINE INDUSTRIES ALLIANCE	—自律艇規則	66
8.9	英・仏無人艦船プロジェクト		66
9	技術的及び戦略的課題		67
9.1	ビッグデータ本格到来の時代を見据えて		67
9.2	熟練人材の必要性		70
9.3	サイバーセキュリティ問題		71
10	まとめ		73
	主要参考文献一覧		75

## エグゼクティブサマリー

産業分野、生活分野を問わず、ビッグデータの活用が急速に広がっている。その背景にはセンサーをはじめとした情報供給源の拡大や、データ通信、保存、処理コストの低下とともに、統一されていない種々雑多な大量のデータや情報を相互に関連付け、体系的に取り扱うデータ処理技術（ビッグデータ解析手法(1.参照)）の急速な進歩が存在している。

このようなビッグデータのうねりは、最新の情報処理技術の利活用において、やや遅れをとっていると見られていた海運をはじめとした海事産業分野にも急速に押し寄せており、そのポテンシャルの正しい認識と活用の巧拙は、今後の企業競争力を左右する重要な経営テーマと認識されている(2.参照)。

本報告書は、「ビッグデータ」をキーワードに、海事分野でも急速に拡大するビッグデータ利活用の具体的な取り組みと今後の展望を欧州を中心に取りまとめたものである。

海事業界のビッグデータ活用対象は、運航最適化、状態監視、遠隔保守、高度な自動化、省エネ、環境監視、リスクベースの船級検査、安全性確保、貨物ロジスティクス、業務プロセスの最適化、高度な製造(アドバンスド・マニュファクチャリング)等と多岐にわたる(3.参照)。その中でも、船舶・フリートの運航最適化及び機関等の状態監視・維持管理の最適化を中心としたアドバイザリーサービスの分野には、数多くの企業が参入しビジネスとして市場展開を始めている (5.参照)

一方、海事分野のビッグデータの活用の視線の先には、研究レベルではあるものの「スマートシップ」や「自律船」といったコンセプトが構想されている(7.参照)。EU が主導し、欧州の多くの企業・研究機関・大学等が参加した無人船に関する研究開発プロジェクトも実施された。また、いくつかの企業や船級協会、研究機関では、独自に研究開発やコンセプト策定等の取り組みが進められている (8.参照)。英国では民間主導で自律船運航のルール策定も着手されており、研究開発面及びルール作りの双方で欧州勢がイニシアティブを確保しようとしている。欧州では、オフショア開発や防衛、海洋調査の分野において、無人運航に対する課題解決の実需があり、それに基づいた実際的対応が進められているという側面も有する。

海事分野でもビッグデータを利用したビジネスが、現実に展開されつつある一方で、収集された大量のデータの保存及び利用、所有の在り方、通信フォーマット、インターフェースの標準化等については、業界で統一された方向性は確立されておらず、今後の課題となっている。また、ビッグデータを取り扱う適切なスキルを有する人材、またそれを海事ビジネスの知見・洞察に転換できる人材の確保、育成が必須である。また、欧米では、ビッ

グデータの普及に伴うサイバーセキュリティの問題についても、高いプライオリティをおいて検討が進められていることも、この分野の関心が比較的薄い日本としては十分留意すべき点である（9.参照）。

海事分野におけるビッグデータの活用は、研究開発段階を超えてビジネスとして展開される段階に入ったが、これはこれから引き起こされる大きな一連の動きの始まりに過ぎない。ビジネス領域での活発な取り組みを通じて、海事分野においてもビッグデータ活用の実績やノウハウが蓄積され、それらは船舶検査や船舶設計・建造、金融・保険といった隣接領域に速やかにフィードバックされ、統合されていくことになる。いずれは、企業・機関や業界において、相互に関連するいくつかのデータ流通・処理のシステムを形作っていくことになるだろう。

「ビッグデータ」とは目に見えず、手に触れることもできないことで、取り扱いにくい対象ではあるが、その本質を理解し、海事分野におけるポテンシャルを正しく認識することが、何よりも重要である。本報告書が、その一助になれば、何よりの幸いである。

# 1 はじめに

「ビッグデータとは大容量、高速度、多様、かつ正確性の高い情報であり、コスト効率の優れた新しい形の処理を必要とする。ビッグデータは知見を高め、意思決定を高度化することにより高い価値を生む」(ビッグデータ・バリュー・アソシエーション-BDVA)

「ビッグデータとは大量のデータを記録、保管、解析し、その結果を適切な形で表示するための新技術を指す。ビッグデータを正確に評価するためには巨大な量のデータを理解する必要がある。様々な装置と施設がどのように機能するか、真に適切なデータを収集するためにはいかなるセンサー及び計測技術を必要とするかを理解する必要がある。判定基準は必ずしもビッグデータの量ではなく、価値のあるコンテンツ(スマートデータ)である。」(シーメンス)。

「ビッグデータは従来のデータ処理技術やアプリケーションで処理することが困難なほど巨大で複雑なデータ集合の集積物を表す。現在 2020 年までに生成される年間データ量は 4,300%増加すると推定されていることがそのスケールを物語っている。これは加速する傾向であることから、2030 年にはこの数字は更に拡大していることになる。」(ロイズ船級協会)。

## 1.1 ビッグデータとは

ビッグデータは機械、ビジネス、環境を監視し、計測するセンサーの急増により発生する急激なデータの成長を指す。

システムや機械、若しくは人間により生成される巨大な量の多種多様なデータがやがて多くの形でいたるところに溢れ、デジタルエコシステム内を高速で駆け巡ることになる。システムや「モノ」がデータを直接やりとりし、インターネットオブシングズ(IoT)、即ち「モノのインターネット」を構成する。

ビッグデータは従来の演算方法や処理・保存手段の能力を超える膨大な量のデータ及びデータセットという意味を含んでいる。ビッグデータはまたデータ集積速度の高速化を反映する用語である。センサー、通信、コンピューターサイエンス技術がひとつに集まり、ビッグデータ革命に拍車をかけた。

「企業も国家もビッグデータが提供する機会を習得し、把握する必要がある。この挑戦に立ち向かわない者はやがて追い越され、出し抜かれ、置き去りにされるだろう。」

データを効果的に活用することにより最新動向を見抜き、「見える化」することができる。賢いデータ利用により運営コストの節約、生産性の向上、手順や製品設計の改良、そして信頼性と安全性の強化を達成することが可能である。

データの「消化」と「解析」を通して今後ビッグデータはますますビジネス価値や製品性能向上を生む資産と見なされるようになる。しかしデータは多種多様であり、時に異なるタイムスケールで収集されることから、巨大な量のデータの解析は複雑なものとなる。そのためデータ整理やデータ取り扱いの新しい技術や手法だけでなく、人間の基本的な洞察力やパターン認識のスキルが要求される。

多くの産業やビジネス分野でデータやデータ解析をインフォームドデシジョン(十分な情報を得た上での意思決定)や業績管理に積極的に活かす傾向が顕著にあらわれている。マサチューセッツ工科大学(MIT)の分析によれば、データ駆動型(Data Driven)の企業の業績は毎年5〜6%向上している。

性能監視、状態監視(condition monitoring)、システム及び構成部品の最適化を目的として、海運会社や機器サプライヤーはセンサーデータの利用を拡大しているが、ビッグデータという新しい機会を捉えるうえで海事産業は極めて初期の段階にある。

ビッグデータには単に燃料コストや維持費を低減させる潜在的可能性があるだけでなく、海運、船用機器、設計、造船分野全体を通して業務プロセスを最適化するためのツールとなりうる。

生データを有効な情報に変えるためにはテクノロジーとソフトウェアが必要である。データセットをアルゴリズムと解析ツールにより分析する必要がある。さらに、貴重な知見を発見し、データに文脈を与えるためには人間の能力と専門性によるサポートが必要である。

### ● モノのインターネット (IoT)

モノのインターネット(IoT)は電子機器、ソフトウェア、センサーが組み込まれた物理的物体または「モノ」のネットワークであり、国連機関である国際電子通信連合(ITU)の国際標準化イニシアティブによれば、物体がプロダクションやオペレーター、その他の連結された装置とデータを交換できるようにする接続性を意味する。IoTにより物体は既存のネットワークインフラ全域で遠隔的に検知、制御され、その結果、効率、精度、経済的恩恵が向上する。

IoTにより様々な新しい分野でインターネットを介した自動化が進むだけでなく、大量のデータが多様な場所から生成される。このデータは迅速に集積され、莫大な量となる。そのためデータ保管、インデックス作成及び処理の必要が拡大する。

## 1.2 ビッグデータ解析(ビッグデータアナリティクス)

海運関連データは様々なデータソースから生成され、多様なデータソースの間に複数の関連性が存在する。気象・海象のデータ、交通及び海難データ、船舶設計、素材、機器運転実績、状態監視、点検及び保守、通信及び航海並びに貨物データが含まれる。データは刻々と拡大しているだけでなく、各データソースにより異なるフォーマットで生成される。従来解析手法では莫大なデータを完全に活用することはできないし、異なるフォーマットで保存された異なるデータセット間の複雑な相関性を見つけ出し、反映することもできない。

ビッグデータ解析(ビッグデータアナリティクス)にはデータの相関性を検出するように設計された多数のアルゴリズムを使用する必要がある。相関性が検出された時点で「動的学習」というプロセスで新たなアルゴリズムを見つけ出され、データセットに自動的に適用される。システムは自己学習する。

リアルタイムでデータを保存、検索、処理するための情報技術インフラのアップグレードが急務である。データは通信技術を利用して船内または陸側の情報センターのサーバーに保管される。この分野では陸側の施設が最も大きな役割を担うと考えられる。

ビッグデータ解析を通して海運産業はリアルタイムの運航監視、システム警告及び/又は「見える化」された状況認識にいつでもどこからでもアクセスできるようになる。プロセッサの高性能化、高速化により複雑でより大量のデータを処理が可能となり、手頃な価格の商業海運向け衛星通信サービスの回線容量が拡大することにより、データ通信速度は加速する。

ビッグデータ解析により運航効率の最適化、問題の早期発見、個々の船舶とフリートの稼働率と生産性の最適化、及びサプライチェーンロジスティクスの改善という点で向上が見られることは確実である。良質のデータと解析によりライフサイクルコストを低減し、船舶設計と装備に関する戦略的決定、並びに顧客サポートを支援する手段を提供する。

高度なビッグデータアナリティクスによりシステムの綿密な監視が可能となり、予防的に保守を行うことによって信頼性が向上し、コスト節約につながる。状態に基づく監視(CBM、Condition Based Monitoring)はすべての運航パラメーターを監視し、本船の運航状態を「見

える化」することができる。CBM システムの利用により一カ所に集積された状態監視データから有益で高度な予知警告や保守間隔延長のアドバイスを引き出すことができる。

今後 15 年間の海事グローバルテクノロジーの開発と展望を検証した最近のレポートでロイズ船級協会はビッグデータの潜在力の活用においてデータアナリティクスが持つ根本的な重要性を強調した。

「『ビッグデータ』の定義の大部分は 3 つの V を含んでいる。3 つの V は大量 (Volume)、高速 (Velocity)、多様な (Variety) を指す。また『ビッグデータ』は多くの場合、知見発見及び意思決定に資するためにコスト効率がよく革新的な情報処理の方法が要求される情報資産、と定義されている。組織によっては正確性を示す 4 番目の V (Veracity) を加えるものもある。これはデータの正確さと信頼性を示す用語である。」

「ビッグデータ解析とは隠れたパターン、未知の相関関係、曖昧さ、市場動向をはじめとする有益な情報を掘り起こすためにビッグデータを解析するプロセスを指す用語である」

「ビッグデータの管理と解析の重要性はますます高まり、海事分野に大きな影響を及ぼすであろう。情報需要と今後出現すると考えられる多様な情報源に対処する必要性により海事分野におけるビッグデータ利用が進むであろう。同時に、ビッグデータを活用するために必要なデータ解析技能の欠如といった要素がビッグデータ利用の足かせとなる可能性がある。」

ロイズ船級協会は「スマートマシーン」技術や人間の脳と類似した方法でデータを処理する演算システムのようなビッグデータ解析を向上させる新しいテクノロジーが出現することを期待している。

ロイズ船級協会グループのエンジニアリング関連研究教育組織であるロイズレジスター財団 (2012 年創設) は今後 5~10 年間にわたりセンサー技術、自律的人工知能システム、コンピューターサイエンス及びデータ解析アルゴリズムにおける段階的変化が分野を問わずビッグデータの影響を下支えすると期待している。

「ビッグデータ」解析、センサー、そして「スマートシップ」はいずれも海事業界を変貌させる新興技術である。今後 15 年以内、あるいはもっと早い時期に、状況に応じて柔軟に動力源を選択することができ、船内システムが完全に無線ネットワーク化され、衛星通信によりインターネットにデジタル接続されたより「スマート」で「データ駆動型」のより「グリーン」な新世代の船舶の出現が予測される。

知識ベースの産業は既にビッグデータソリューションを活用し、ビッグデータ管理及び解析を取り入れ、競争力を得るための情報や競合他社に対する情報の優位性を獲得する目的で高度な意思決定支援システムを開発している。

IBM のスーパーコンピューター「ワトソン」はすでに特定の医療分野で莫大な量のデータを利用することにより情報に基づく予測を行うことができることを実証した。ワトソンは人間よりも予測能力が高いと言われている。ワトソンの能力は複雑な投資予測を助けるために企業に提供されている。ロールスロイスマリンを始めとするいくつかの企業は「シッピングインテリジェンス」に係る高度な予測能力を船上に導入するために一役買うと確信している。

デジタル化とデータ収集が日常茶飯事になりつつある中で、ビッグデータ管理は船主やさらに広い意味での海事産業が競争力を保つために投資をする必要のある新しい分野である。企業がデータ管理を組織内で行うか、外部の専門家に委託することを選択するかはまだわからない。

### 1.3 ビッグデータ時代に適応するための取り組み

ビッグデータを有効に利用し、関連テクノロジーを開発するという点で欧州はビジネスや産業全域において米国に遅れをとっており、米国プレーヤーが市場を席巻している。欧州にはデータを共有する文化がないことがその一因である。

そのような現状に対処することを目的とした取り組みのひとつとして、欧州ではビッグデータの潜在的可能性を調査し、より有効活用することを目的として欧州委員会とビッグデータ・バリュー・アソシエーション(BDVA, Big Data Value Association)との間で官民連携事業が立ち上げられた。エネルギー、製造、運輸、医療分野におけるビッグデータの活用に重点が置かれる。「ホライズン 2020」の技術調査プログラムの枠組内で、EU は 2020 年まで 5 億ユーロ (5.51 億ドル) を同連携事業に出資することとしている。加えてシーメンスを始めとする EU の主要なソフトウェア、通信及びエンジニアリンググループ、ドイツ人工知能研究センター (German Research Center for Artificial Intelligence) をはじめとする研究機関が今後 5 年間にわたって 20 億ユーロ (22 億ドル) を出資することを約束している。

英国もまたアラン・チューリング研究所 (Alan Turing Institute、6.2 参照) を設立してビッグデータの将来への投資を図っている。同研究所はデータサイエンス分野における研究、教育、知識移転を推進し、ビッグデータが提供する機会を活用することを使命としており、

「データ中心のエンジニアリング(Data-Centric engineering)」の実用化がチューリング研究所の喫緊の研究課題のひとつとなる。

「状態監視」という特定分野において、オランダ海事業界は他産業による新たな取り組みを関与している。投資総額 1,200 万ユーロ(1,320 万ドル)のうちオランダが約 600 万ユーロ(660 万ドル)を拠出する CAMPIONE プロジェクトは化学工業における保守を 100% 予知可能とすることを目的として立ち上げられたものである。状態監視とビッグデータに関する「スマート」テクノロジーに重点が置かれている。Midden Brabant 州の CAMPIONE フィールドラボ実験施設で状態監視とビッグデータ活用の最新技術の実証が行われる。オランダ国際メンテナンス研究所(Dutch World-Class Maintenance Institute)が CAMPIONE コンソーシアムを主導している。

## 2 主要プレイヤーの動向・ビジョン・経営戦略

データの進化は、エンジンと装置の設計や構成部品の改良並びに生産効率の向上を通してだけでなく、船用エンジンメーカー並びに推進システムや機器メーカーが製品のライフサイクルを通してサービスを提供する組織に進化することにより、将来の競争力を確保する機会を提供するものであり、この機会に乗り遅れることは許されない。

### 2.1 ロイズレジスター財団

ロイズレジスター財団は「データ中心のエンジニアリング(Data-Centric engineering)」という新語を造った。これは、データそのものの資産としての価値を認め、データの勘案を工学設計の中核に位置づけるものである。これは資産、複雑な機械類、及びインフラのパフォーマンス、安全性、及び信頼性を向上する能力を提供する。

ビッグデータ解析は設計されたシステムのライフサイクルのすべての局面に組み込まれ、反復的な過程の一環として新たな進展に影響を与える。解析は広範なデータから価値を創成し、資産及び機械のパフォーマンス向上に資するのみならず、これらの資産及び機械が存在している物理的及び経済的環境にもリンクする。

データの規格、データ生成と収集、アノテーション(データに注釈となる情報をメタデータとして追加すること、あるいはそのようにして追加されたメタデータ)、保管、解析、可視化(見える化)、データセキュリティ、及びデータ所有権(オーナーシップ)は現代の設計サイクルの一部となりつつある。これにより将来複雑な機械やその他の資産の設計、製造、保守、及び解体撤去のやり方が様変わりすると考えられる。

高度なタギング(ファイルや情報に短い付随データを付けて整理すること)技術と「スマート」素材により機械、装置、及び車両が各パーツの生産履歴及び運転履歴を記憶した「スマート」製品となる。ビッグデータ解析は保守計画作成や最適化並びに運転計画や展開を支援することができる。この点は船舶に関係性があり、定期保守から個々の必要に応じた予知保守への移行により運航者のリスクが軽減され、コスト効率が向上することを意味する。予測モデルは現況データ収集と数世代にわたる機械又は装置設計から得られた性能データに基づいて構築される。

## 2.2 GE Marine

デジタル技術と物理的技術の融合によって牽引された新たなイノベーションが飛躍的な早さで業界を変えている。GE(旧社名 General Electric)はこれを「The Future of Work」(モノづくりの新たな変革)と呼んでいる。GE Marineはデジタル革命が海事分野を大きく変える機会をもたらすと確信しているが、同社はまた現時点で海事部門がこの機会を過小評価していると考えている。

3つの力が一体となってこの「モノづくりの新たな変革」を形づくっている。

- インダストリアル・インターネット：ビッグデータと物理的工業デザイン及びプロセスを連動させ、クラウドベースのアナリティクスと産業機械類の融合により、生産性を向上させ、ダウンタイムを減らす。
- アドバンスド・マニュファクチャリング：設計、製品エンジニアリング、製造、サプライチェーン、流通、そして保守点検整備をひとつのまとまった「インテリジェント」システムにまとめ、低コストで柔軟性や迅速性の向上を実現する。
- グローバルブレイン：デジタル通信網を通じて1つになった世界中の人々の集団知性であり、クラウドソーシング、オープンソースプラットフォームを生み出し、イノベーションを加速する。

GE Marineは海事分野においてコストを低減し、利幅を拡大するための従来のストラテジーで達成しうる利益拡大にはもはや限界があると考えている。「モノづくりの新たな変革」はより大きなデータ駆動型の情報の価値を解き放ち、システムと資産(即ちフリート)を相互連結し、また全ての分野の知識を結びつけて統合的にパフォーマンスを最適化することによりビジネス全体を変えるゲームチェンジャーとなる。

統合された「ホリスティック」(総合的な)アプローチにおいてはパフォーマンスの最適化は設計段階から始まる。設計者、エンジニア、及び操作要員はデジタルシミュレーション上で船舶の動力系及びその他のすべての関連する技術特性に関する知見を持ち寄ることにより、共同作業することができる。

サイバー空間と現実空間を結びつけることのできる製造業企業は、効率と生産性の向上を通して顧客と企業の両方にとっての新たな価値を解き放つことができる。

船用部門におけるデジタルソリューションとデジタル機能への投資は一連のステップを伴う。

- 既存の装置にセンサー及びデジタル制御を追加設置する
- 新しい最新技術のデジタル機能内蔵装置に投資する
- データシステムとデジタルシステムを船舶設計から運航計画及び船上エネルギーシステム管理に至るまでの作業のあらゆる局面に組み入れる
- 陸側及び船上データ分析、モニタリング及びコントロール、並びにデータ通信向けの先進技術に投資する。

### 2.3 Caterpillar Marine Systems

船用エンジニアリング分野におけるデータ「革命」への投資の一例は、2015年の Caterpillar Marine Systems (キャタピラーマリン)による米国ベースの船舶監視及びデータ解析の専門企業である ESRG Technologies の買収発表である。買収には ESRG の 65 以上の船内システム遠隔監視及び診断用の包括的なソフトウェアパッケージが含まれていた(5.10 参照)。ESRG が独占所有権を保有するソフトウェアを商船に搭載することにより、船主及びオペレーターに予測的アドバイスが提供される。ESRG は米国海軍のデータ解析も請負っており、戦闘艦の遠隔監視とデータ解析を行っている。

ハンブルグに本社を置くキャタピラーマリンは Caterpillar と MaK の船用ディーゼル、二元燃料、ガス焚きエンジン動力及び推進システムのマーケティング及び保守点検整備サービスをすべて担っている。ESRG のソフトウェアソリューションは Caterpillar に商標変更され、その技術はキャタピラーグループの既存の Cat Connect 監視サービスにあわせて調整される。ESRG の買収によりキャタピラーマリンはエンジンだけでなく船舶全体と船舶運航システムすべてについてソリューションパッケージを提供することができるようになり、その対象は Caterpillar 又は MaK の機関だけでなく競合他社の機関にも拡大される。集積されたデータと自動アナリティクスを使用して船舶の生産性と機関に関するアドバイスを提供できるようになる。

キャタピラーマリンは次のように述べている。

「通信コストが下がり、『ビッグデータ』がより日常的になるに従って、ここ数年間にわたり海事カスタマーはこの技術を求めてきた。しかし、現時点でデータを管理し、解析に基づいてルールを設定することは大部分の海運オペレーターの中核能力ではない。」

顧客のなかには機械の動作信頼性向上に重点を置こうとするものもあれば、船舶の生産性の最適化、安全確保、及び/又は燃費性能向上に焦点を当てることを望むものもいる。この

技術は運航状態を監視するのみならず、システム全体の様々な異なる変数の相互関連性を理解するために解析法を活用し、過去のデータを利用して将来の欠陥モードを予測するものである。

## 2.4 Rolls Royce Marine

「我々は海運の歴史における実にエキサイティングな時代に入りつつある。テクノロジー、特にビッグデータの賢い利用が次世代の船舶を押し進めることになる。今後10年～20年にわたり、船舶インテリジェンスが本業界の将来、運航する船舶の種類、そして未来の船員に要求される能力レベルを決定する原動力となる。」

## 2.5 Wartsila

Wartsila（バルチラ）は保守点検整備サービスから資産（フリート）全体に対する統合的アプローチに基づいた顧客のビジネスの包括的最適化サービスへの切替えに重点を置いている。パフォーマンスの最適化の概念を可能にするのは異なるソースからのデータを一つの統合的ソリューションにまとめるデジタルエコシステムである。

デジタル化は船舶保守サービスのあり方を根底から変えている。バルチラはビッグデータと高度なデータ分析を利用して企業の業務効率改善と資産のパフォーマンス最適化を助ける新しい種類のサービスを開発する戦略をとっている。

バルチラグループの補修・保守・アフタサービス事業が占める売上及び利益の割合はここしばらく一貫して上昇傾向を示しており、過去2年間のグループの売上高に占める割合は毎年40%であった。点検整備及び製品のライフサイクルを通じたサポート事業をさらに成長させることがバルチラの戦略的意図であることから、データを収集、処理、分析する能力の重要性がますます高まっている。同社は自社のノウハウと取引先の装置やその他のソースから収集された巨大なデータを活用し、顧客のために付加価値を生み出したいとしている。

デジタル化によりオンラインサービスを通じたロジスティック上及び技術上のサポート提供やリアルタイムのフリートパフォーマンス管理が可能となる。「バーチャルエンジニアリング」により乗船して複雑なトラブルシューティングや修繕作業を行うための時間とコストが大幅に低減される。

過去20年間にバルチラはエンジンと動力装置を同社のグローバルコントロールセンターへ連結する取り組みを押し進めてきた。今日、ネットワーク通信を通じて船舶の現在位置に

かかわらず機関を遠隔監視することができる。リアルタイムで船舶から収集されたデータは燃料効率の最適化、保守管理の最適化、装置の故障や予定外の不稼働リスクを軽減する目的で分析することができる。バルチラの資産パフォーマンスの最適化コンセプトは個々の船舶だけでなくフリート全体に適用することができる。高度な動的運航計画、船舶効率アドバイスサービス、燃費性能分析、さらに主要機器の克明な状態監視を一本化することにより、ひとつの統合ソリューションを提供することができる。

このソリューションの重要な特性は双方向でリアルタイムのデータが縦横に利用されることである。高度なデータ分析により十分な余裕を持って保守の必要性を予見することにより、よりよい計画とサポートサービスが可能となる。仮想エンジニアリングと拡張現実が遠隔サポートサービスをさらに高いレベルに押し上げる。

フリートパフォーマンスの最適化は、動力系と推進系からのデータの流れ全体と海気象情報及び航海情報を取り込み、統合し、分析し、パフォーマンス向上方法や技術管理に関して顧客にアドバイスを提供することを意味する。それゆえにフリート性能最適化のためのデータ解析の重要性はますます高まっている。

バルチラはデジタル化により新たなスキルと能力が必要になることも認識している。可能な限り最高の形で顧客に役立つためにバルチラには人材、適性、技術の適正な組み合わせを見いだす義務がある。成長し続ける巨大な量の「生」データが顧客の機器から取り込まれる。顧客の運航を最適化し、付加価値を提供するためにバルチラはこの「ビッグデータ」を価値のある情報に変えなければならない。それには高い技能を持つデータアナリストが必要である。さらにバルチラは現在ビッグデータの新時代におけるわれわれすべてにとってますます重要な課題となっているデータセキュリティの問題に対処するための手段(技術、人材、システム)を開発中である。

### 3 海事ビッグデータの適用可能な分野

#### 3.1 概観

ビッグデータの恩恵を大きく受ける可能性がある分野としては、次のようなものが挙げられる。

船舶及びフリートの運航パフォーマンス、状態監視、遠隔保守、高度な自動化、省エネ最適化、環境モニタリング、リスクベースの船級検査、安全性確保、貨物ロジスティクス、業務プロセスの最適化、システムの全体把握と「インテリジェント」な運用、遠隔制御、高度な製造(アドバンスド・マニュファクチャリング)

センサー、通信及びデータ解析の分野で技術が進歩し、船上で入手可能なデータを新たな方法で活用することを可能とする通信インフラの整備が進んだことから、海事産業は「インターネットに接続された船舶」(Connected Vessels)の時代に入りつつある。船舶がインターネットに接続されることにより、専門家(人間)のノウハウと大量で高性能のデータ処理能力を通じた陸側のアナリティクスがこれらの様々な機能を有効にする。

船舶のインターネットへの接続性(コネクティビリティ)が向上し、搭載された機関、コンポーネント及びシステムでセンサーの利用が拡大し、ビッグデータ解析能力が向上していることから、ベンダーは遠隔地から状態監視をおこない、システムオペレーションや予知保守に関して船舶管理者にアドバイスを提供することができるようになっている。

これにより、装置やシステムを購入し、所有する代わりにリースする方向に動くかもしれない。または、航空機、陸上発電、自動車産業で実際に起こっているように、システムとコンポーネントが提供する特定の機能を特定期間使用する権利や一定期間サポートを受ける権利を購入する「サブスクリプション」モデルが採用される可能性もある。

DNV GL は船級協会としての視点から、ビッグデータが保守、安全性、運航効率の 3 つの実務的な分野に影響を与えると見ている。DNV GL グループの部長 (EVP) である Tor Svensen は次のように語っている。

「あらゆる種類の機械コンポーネントに新しい状態評価センサー技術が内蔵されていることから、ビッグデータの活用により、よりのめを絞ったスマートな保守が実現する。IoT が急速に拡大し、船舶のインターネットへの接続性が向上することにより陸側からの遠隔アクセスが可能になり、保守を最適化するような予測を可能にする高度なアナリティクスを獲得することができるだろう。」

ビッグデータが影響を与えるもう一つの主要分野は安全性である。海難事故の半数はヒューマンエラー(人的過誤)に起因する。高度なセンサーとデータ分析能力により監視及び助言機能が向上し、乗員の意思決定を助け、作業の自動化が徐々に進む。ビッグデータに大きな可能性のある第3の分野は船舶運航効率である。これは、燃料効率のみに留まらず、運航形態やロジスティクスの枠内における船舶最適化まで拡大される。

DNV GLはルールベースの定期保守体制からデータ駆動型のリスクベースの保守体制への移行により、より正確でタイムリーな保守が行われるようになり、安全性が高まり、コストが軽減し、船舶のシステムの可用性が拡大する結果を生むと考えている。

船載機器に内蔵された「スマート」センサーによりコスト効率が高く安全な保守が可能となる。これらのセンサーは大量のデータを扱い、情報を整理する能力がある。整理されたデータはその後の検討・分析プロセスに送られることとなる。高速で信頼性の高い広帯域通信を使ってデータを陸側に送り、安全性に重大な影響を与える重要構成部品をより密接に監視することができる。

クラウドコンピューティングのようなイノベーションにより、この情報は効果的に保管、配信、管理される。データの収集と分析により保守及び補修コスト、保険料、不稼働、燃料消費を低減することができる。

これらのシステムによりリアルタイムのリスクベースの保守アプローチが育まれる可能性がある。システムレベルで部品の状態を予測し、信頼性とリスク兆候をリアルタイムで評価し、個々の部品について保守作業に優先順位をつけて管理することができる。また、包括的な性能データが船主の投資の意思決定に一役買う可能性もある。さらに機器と構成部品のメーカーも製品と技術のアップグレードや開発にこれらの情報を利用することができる。

### 3.2 データの一元収集

船載ソフトウェア開発のトレンドは個々の作業の実施から統合システムの提供へとシフトしている。統合システムはこれまで個別に、排他的に処理されていた要素を連結することにより、様々な機会を活用できるようにするものである。収集されたデータは、効率を上げ、パフォーマンスを向上し、エネルギー消費を低減するソリューション、ツール、アプリケーション開発のような多様な方法で活用することができる。データ分析から有益な情報や知見を導き出し、経営レベルの意思決定を支援するために利用することができる。デ

ータにより機器メーカーは性能を監視し、状態を追跡し、不具合を発見し、改善を行うことができるようになる。

船舶の通信システムによりデータを陸側に送ることで、陸側のチームが乗組員及び船載システムを支援することができる。リアルタイムのデータ通信により、陸側のスペシャリストの反応時間が大幅に短縮される。

企業が直面する最も深刻な問題の一つは船上に搭載された多数の機器や計器が異なる通信プロトコルを使用していることである。ソリューション・プロバイダーは独自の船載データ収集プラットフォームを開発しており、これを他社に公開しない。

2015年には、幾つかの企業があらゆるソリューション・プロバイダー又はソフトウェア・プロバイダーをサポートすることのできる共通データ収集プラットフォームの概念を提案した。これは船上に搭載されたすべての装置に連結してデータを収集するものであり、いわば「ブラックボックス」のようなものである。オープンプラットフォームは海運におけるビッグデータの標準化を可能にするための推進力(イネーブラー)となると見られている。ロールスロイス・マリンはマリンサービス部門に専任チームを組織し、船上の様々なソースからの急増するデータを商業的に実現可能な製品又はシステムに変える方法を開発している。

ロールスロイスの設計、機関、装置を搭載した多種多様の船舶でデータロギングが実施されている。これまでの実績のほとんどは価値の高いオフショア船に関するものである。ロールスロイス・マリンはノルウェーのあるオフショア支援船上で毎日15ギガバイトのデータを記録している。これによりエンジン及び装置パフォーマンスに関する貴重な知見を得ることができる。運航上の問題や保守に関する迅速な意思決定が可能となる。

データはまたR&D活動のための情報としても使用できる。製品及びシステムの性能を実海域で評価し、船舶設計の過程で、例えば推進システムの構造を最適化するために、利用することができる。ロールスロイスはまた厳海域向けに水密区画を超えてデータを送信することのできるセンサーを開発するための研究を行っている。

ロールスロイス・マリンの技術管理及びイノベーション担当VPであるSauli Elorantaは次のように語っている。

「船用機器ハードウェアを指定するだけだった市場の焦点は、信頼性を最大限に高め保守を最小限に抑えるための適切なソフトウェアを搭載したハードウェアに移っている。機器ヘルスマニタリングのような付加価値を生成するデータサービスが標準的になるであろう。係る情報は本船上及び陸側の管理センターで利用することができる。船舶のインテリジェ

ント化がすすめば、乗員数の削減が可能になると同時に十分な訓練を行うことができる。情報通信基盤がさらに整備されて利用しやすくなれば一部の作業は陸側に移されるであろう。」

ロールスロイスは船用分野だけでなく航空エンジン分野でも大規模な事業を行っており、グループを横断してビッグデータを取り込んだプロセスを設計、製造、アフタサービス支援の3つの主要分野で利用している。

### 3.3 フリートマネジメント(運航管理)

大量に生成されるデータを最も近い将来最大限に活用する可能性がある分野が運航管理である。安定したデータを効率的かつ包括的に取り入れることにより、個々の船舶とフリート全体のパフォーマンスの動的管理や最適化の範囲が飛躍的に拡大する。

一定期間にわたる複数の船舶からの複数のデータセットが利用できるようになれば、この情報を使ってパフォーマンスの評価基準を設定し、フリート全体のパフォーマンス向上につなげることができる。

フリートパフォーマンス管理はエネルギー管理の次の段階と見なされている。これは、(a) パフォーマンス評価基準(ベンチマーク)を設定し、(b) パフォーマンス評定を可能にし、(c) どの船にどの措置を導入すべきかの決定を助ける、ことにより多くの重要な目標を達成する。同等の船舶間のパフォーマンスの違いの原因を理解するために、船主は本船に固有の航海データ、エンジンとシステムの状態、船体抵抗及びプロペラ抵抗、燃料の品質データを包括的に分析する必要がある。採算性を最大限に高めるためだけでなく、環境規則に確実に適合するために、船舶を最大効率で運航する必要がある。

海運会社はロジスティクスと集荷を最適化するためにすでにアナリティクスの利用を開始している。貨物の到着や港湾の状況のようなリアルタイムの情報を、フリート、天候、燃料価格データと連結し統合、分析することによりビジネスに付加価値を生むことができる。海運会社による大量のデータ活用の最たるものはマースクグループの取り組みである。同社は運航上及びビジネス上の重大な意思決定においてリアルタイムデータの利用を拡大している。マースクグループは約 400 隻という大規模なフリートに加え、オフショアプラットフォームその他の資産を管理している。あらゆる航海と行為がネットワーク上に情報の航跡を残すため、生成されるデータ数は巨大であり、日々拡大している。マースクの取り組みは業界最先端を行くものであるにもかかわらず、同社はデータ可用性の「潜在的効果の発見は始まったばかりである」としている。

マースクのトリプル E 級 18,000TEU コンテナ船だけでも、同社は毎日 1 隻あたり 2 ギガバイト (2GB) のデータをダウンロードしている。本船には 2,000 個のセンサーが搭載されている。保有船とチャーター船からなる 400 隻近くのマースクのフリート全体で毎月ダウンロードされるデータの量は 30 テラバイト (30TB) 近くに達する。

同社がデータを活用している分野のひとつは燃料消費を始めとする運航コストの削減に照準を定めたものである。ムンバイのマースクライン・グローバル・ボイエージ・センターを通して、管制チームが 24 時間態勢でフリートを監視し、船舶が確実に最適航行速度を保つように見守っている。最適速度からの逸脱が認められた場合、陸側から本船に連絡される。データフィードバックは金銭的な利益を生み出しており、船上に搭載する機械装置に関する戦略に影響を与えている。

加えて、今マースクは巨大なデータの流れにより生み出されるさらなる可能性を調査している。同社はグループの様々な海運事業部門と子会社のために新たなビジネスモデルをつくる目的で専任チームを設立した。ビッグデータは運航及びパフォーマンスベースの取り組みを促進するだけでなく、船舶の購入、発注、レトロフィット、売却の戦略的決定において機会を提供する。

マースクはその巨大なフリート規模のおかげで、海運におけるビッグデータが将来の技術開発をどのようにして支援するかについての知識開拓に適した立場にある。

### 3.4 状態監視と維持管理

デジタル化は船舶装置保守サービスの進め方を根底から変え、「ビッグデータ」と先進データ分析を利用して企業の運航効率の向上と資産パフォーマンス最適化努力を助ける新たなソリューションの基盤を作っている。

状態に基づく維持管理 (CBM) は無価値な保守を排除し、不稼働、点検、補修を減らすことを最終的な目的としている。この概念をさらに一段階推し進めることにより、結果的に予知保守体制が可能となる。これには大量のデータを取得、蓄積、処理、解析する必要がある。状態監視の高度な手法、故障のリスクレベルの予知、意思決定プロセスにおける支援と助言の提供ができるかどうかは充実したデータ取得とデータ管理プラットフォーム次第である。

船用エンジン部門は何年も前からデータ収集の基盤を提供してきた。例えば、2000 年以降に納入された MAN Diesel & Turbo 社エンジンにはすべて統合データインターフェースが搭載されており、エンジン監視完全ローカルシステム (CoCoS EDS システム) にアップグレー

ドすることが可能である。データインターフェースを通してオンラインアクセスが容易になれば、MAN Diesel & Turbo の修理エンジニアが全てのエンジンと過給機の運転データやその他の情報を分析に利用することができるようになる。

ロイズ船級協会グループの CEO である Richard Sadler は船舶構造、構成部品、機関からのデータを一元収集し、保守プログラムの向上に活用する環境を推奨している。

「わたしのビジョンは、世界中の主要造船所がこれらの技術から収集したすべての設計データを造船所または LR が運営する管理センターに集めることである。時間に基づくメンテナンス (TBM) 用の指示的規則を使うかわりに、このデータを使うことにより保守を必要とする兆候が検知されるまで機械装置を運転し続けることができる。」

DNV GL は従来型のルールベースの定期メンテナンスからデータ駆動型のリスクベースのメンテナンスへの移行により、より精度が高くタイムリーな保守が可能となり、コスト低減、船舶システムの可用性の拡大、安全性向上につながるとしている。

状態監視は主としてコンポーネント毎に行われてきた、しかし、複雑さを軽減し、コストを削減し、ダウンタイムと損傷のリスクを低減するために、装置設備と船舶を全体として見る体系的な視点を状態監視に取り入れる必要がある。

「スマート」センサーは、クラウドコンピューティング及びデータ解析と連結して新たなソリューションを提供するものである。「スマート」センサーは大量のデータから必要なデータを取捨選択し、スペシャリストの手にわたる情報を整理する。重要構成部品はより綿密に監視され、データは高速かつ信頼性の高い衛星通信を使ってリアルタイムで陸側管理センターに送られる。クラウドコンピューティングにより情報は効率的に保存、配布、管理される、データ解析の利用により全体の効率を高める知見が掘り起こされる。

リアルタイムのリスクベースの保守アプローチにより、構成部品の状態はシステム全体のレベルで評価される。信頼性とリスク指標がリアルタイムで評価され、保守作業に優先順位がつけられ、よりインテリジェントな投資決定が可能となる。構成部品のメーカーもまた製品開発や技術開発にこの情報を利用することができる。

予知保守とあわせて、リアルタイムの遠隔診断も「スマート」データが企業の将来のビジネスモデルをどのように変えうるかを示す一例にすぎない。例えば、機器の運転、保守、修理に問題が発生した際に、技師はタブレット端末を使っていつでも専門家の支援を仰ぐことができる。シーメンスとバルチラがすでにこの種の技術を取り入れている企業の例である。

## ● バルチラの戦略

バルチラは状態監視と補修支援(サービスサポート)に関して進化する顧客の要求を調査、分析し、状態監視と状態に基づく維持管理(CBM)サービスに関する4つの基本的ニーズを特定した。

- 機械装置の計画的アベイラビリティの拡大
- 潜在的故障の早期検知
- 「健康」維持
- 長期的予測可能性

従来、状態監視及びコンディションベースのメンテナンスは主としてオフショア掘削船、地震調査船、クルーズ船のような運航停止による経済的ロスが大きい船舶で利用されていた。現在ではそれほど大きな資本を必要としない船舶のニーズに合わせた信頼性向上と運航コスト軽減を主軸とする幅広いソリューションが存在する。

予知的解析と助言サービスの需要は拡大している。データに基づくパフォーマンス管理と分析に関する重要な事例として2015年9月バルチラとギリシャのLNG船オペレーターGasLogとの間で結ばれた契約が挙げられる。7隻のGasLog LNG船から衛星通信システム経由で収集されたデータがバルチラにより分析される。その目的はメンテナンスの間隔を最大限に延長し、補修部品納入ロジスティクスを合理化し、主機関の最適運転を担保し、運転コストを下げ、燃料消費を最小限に抑えることである。

### 3.5 船級登録検査

船舶のインターネットへの接続性が高まったことにより、関連性のある運航データを陸側に送り、検査官またはサーベイヤーによる乗船検査の前に旗国または船級協会がこれを分析することが可能となる。検査はよりリスクベースとなり、運航データから潜在的な問題が浮かび上がったアイテムや場所に的を絞ることができる。

様々な構成部品や機器の「健康状態」を常時監視する状態監視システムからの出力データ、コンポーネントの警報ログやロードデータのような記録された運航データを利用することができる。

船級協会はロイズ船級協会が「データ中心のエンジニアリング」と呼んでいるものの出現を念頭に置いて、すでにサービスの見直しを開始している。科学とエンジニアリングの研究・教育を目的とする英国の非営利団体であるロイズレジスター財団はデータそのものに資産としての価値を置き、データ勘考を将来のエンジニアリング設計の中心に据えた。ロ

イズレジスター財団は、これにより「資産、インフラ、及び複雑な機械のパフォーマンス、安全性、信頼性、効率が向上する」と確信している。

船級協会は将来の船舶から生成されるビッグデータをいかにして最大限に活用するかに主眼を置くべきである。船級協会が利用可能となるデータのレベルに基づいて船級検査業務を実際に変えるかどうかはまだわからない。

ABS はすでに従来のデータを活用し、これを運航情報や船用燃料指標をはじめとするその他のデータと新しい方法で連結させるためのツールとテクニックの開発を進めており、データアーキテクチャを構築している。このようなビッグデータの活用により、ABS は顧客に資産に関する高度な知見を提供し、重要かつタイムリーなビジネス上の意思決定を支援することができる。

ABS はビッグデータにより物理的な検査の重要性が再定義されると考えている。「ビッグデータはサーベイヤーにとって代わるものではなく、サーベイヤーがリアルタイムのパフォーマンスに重きを置いて、カレンダー型のスケジュールへのウェイトを軽くすることを許すものである。」実際のところ、船級協会部門のより広い見解は、従来の検査やサーベイは継続するが、コンピューターから得られるインプットで補完されるというものである。ABS の会長兼社長である Christopher Wiernick は「運航データを適切に使用することにより、我々は貨物の種類や運航形態、及び船齢に基づいて各船のリスクプロファイルを作成する能力を手に入れる。我々はまた機関や統合電子装置等の船載主要機器のリスクプロファイルを作成することができる。これらのデータを活用することにより、船級検査プロセスは連続的での的を絞ったものとなり、イントルーシブ(邪魔)さが軽減され、効率が向上する。」このアプローチはまた、現在のカレンダー型の定期的な船舶検査プロセスからより状態ベースのプロセスへとシフトすることを可能にする。

サーベイデータ、保守及び運航データを相互連結することにより、船舶及び搭載機器(船体、機関、統合電子装置)の主要な側面のリスクプロファイルの開発が可能になる。これがさらに船級基準の開発と適用を支援する。同時に、ABS は「安全体制の当事者すべての協調を大幅に拡大する必要性がビッグデータの潜在能力実現の鍵を握っている」と考えている。

## 3.6 製造分野

### 3.6.1 造船

米国では、造船事業者とソフトウェアデザイナーで構成される作業グループが形成され、造船工程で生成される莫大な量のデータ間の潜在的関連性を分析し、ビッグデータ分析が

業務改善に提供する機会を特定する取り組みが行われている。共同研究グループには米国造船研究プログラム(National Shipbuilding Research Program (NSRP))に参加している複数の造船所とソフトウェア開発会社である Ship Constructor Software (SSI) と Praeses が参加している。

世界の造船業はこれまでビッグデータ「革命」に乗り遅れ気味であったことから、この取り組みは重要な意味を持つ。自動車産業、航空産業のような他の多くの産業は業務にビッグデータ解析を取り込むことに成功を収めている。造船から生成される生データの量と、収集しうるデータの量を考えると、造船所運営にビッグデータ解析導入を検討する価値はある。

造船業界は具体的手段と資金的余裕、人材の欠如、データが不揃いなこと、ビッグデータ解析手法に関する認知度不足等の様々な要因からビッグデータ利用に二の足を踏んでいると思われる。

ビッグデータ・イニシアティブの他にも最近米国の造船業界は造船プロセスにおけるデータ利用に関する多数の共同研究プロジェクトを実施している。

#### ● 生産計画の CAD との統合

この新しいプロジェクトはプロダクトデータモデル又は CAD モデルからデータを生産計画システムへと自動的に送ることにより工数(man-hour)を減らし、エラーを排除することを目的としている。本プロジェクトでは Ship Constructor Software Inc. (SSI) のプロダクトデータモデルが利用される。ボリンジャー造船所が本プロジェクトを率いており、VT Halter Marine、Marinette Marine、BAE Systems (USA)、Genoa Design International、Praeses が参加している。

#### ● デジタル造船

現在の 3 次元造船データの取り扱いを改善し、新たなプロセス及びツールと統合することを目的としている。本プロジェクトは設計、計画、製造、組立のデータをカバーしており、デジタル造船を支援する情報データアーキテクチャを構築するものである。本プロジェクトはハイテク設計・管理ツールを活用するために実際に造船プロセスに関与する者が何を必要としているかについての造船業界の理解を深めることを意図したものである。

造船環境を完全にデジタル化することにより造船事業者は効率向上、コスト節減といった多くの恩恵を受ける一方で、ビジネスを行う方法が大きく変わる。紙ベースから電子ベ

スのデジタル環境へ移行する過渡期のリスクを緩和する必要がある。長年にわたり設計開示設定管理ベースの基準(design disclosure configuration management based standard)として使用されてきた 2D 図面の廃止がデジタル化への移行の主要構成要素である。

デジタル造船プロジェクトは 2014 年 9 月に発足し、2017 年 9 月に完了する予定である。Newport News 造船、Electric Boat、シーメンスグループ(シーメンス製品ライフサイクル管理ソフトウェア)が参画している。

### ● シップケーブル管理

船舶設計及び製造プログラムに適した一元化されたケーブル管理システムを開発し、ケーブルシステム設計を検証・試験し、配線図及び信号図を作り、生産ワークパッケージ(最小単位の作業のまとめ)と試験手続きを作るためのコストと時間を減らすことを目的としている。

米国海軍艦船並びに多様な商船及びオフショア船に適用できるソフトウェアパッケージの開発が目的であった。ニューポートニューズ造船と Technowoft をパートナーとする本プロジェクトは 2014 年に終了した。

### ● 重量設計における詳細設計データの活用

重量設計プログラムへのデータ転送を向上するための高速、正確、かつ一貫性のあるデータ交換プロセスとインターフェースの構築を目的としたプロジェクト。

### ● 造船所向け技術メモリ管理システム

造船所内部でまたは複数の造船所を横断して、新たな製造及び設計ノウハウを精密化し、捕捉し、共有する仕組みとしての E2k(ナレッジマネージメント)ソフトウェアの評価を目的としている。

### ● ERP(エンタープライズリソース計画)の CAD との統合

本プロジェクトでは造船所の資材管理・調達システムと 3 次元 CAD システムとの間でデータをやり取りするためのデータ交換アプリケーションが開発された。

最新の一連のプロジェクトを実施する前に、NSRP は海軍製品データイニシアティブ(NPDI)と呼ばれるプロジェクトを監督していた。同プロジェクトは米国海軍と複数の米国造船所が参加する連携事業により実施された。その目的はエンタープライズ(複数の部門で

構成される法人)全体で相互オペレーション可能なオープンアーキテクチャに基づいた製品データシステムを開発し、実装作業を行うために必要な要求定義(利用者がそのシステムに何を求めるかを明確にする作業)を行うことであった。プロジェクトの成果は提案された統合製品データ環境(IPDE)のスペックとして使用された。

IPDE は(a)共通の IPDE 能力/許容量を特定し、(b)コンフィギュレーション(設定)マネジメントプラクティスを改善し、(c)ソフトウェア設計を最小限に抑えるために類似性のある IPDE を構築し、(d)IPDE の相互運用を可能にすることを意図している。船舶共通情報モデル(SCIM)により造船 IPDE 間の相互運用性を可能にするために IPDE で維持しなければならない最低限の情報が定義される。

### 3.6.2 アドバンスド・マニュファクチャリング(最先端で高度な製造技術)

デジタルデータをアドバンスド・マニュファクチャリングに組み入れることにより、よりスリムで適応性があり、かつ「透明性」の高い船舶建造の基盤を創出することができる。時間と資材の節約、さらにクオリティの高いプロセス管理につながる事が確実である。一般的に、ビッグデータが造船・資材加工・機械装置製造の分野における製造・生産に与える影響について公開フォーラムの場又はメディアで取り上げられる機会はこれまでほとんどなかった。

現時点でビッグデータが意味するものがクリアではないのかもしれないし、企業の守秘義務の問題かもしれないし、またはビッグデータ議論が従業員やステークホルダーの間に不安を引き起こすことを恐れているのかもしれない。造船業界の古参メンバーのなかには今後 15 年間に船舶建造があまりに高度化し(技術的に複雑になり)、最も能力のある企業や造船国しか生き残れないと考えているものもいる。

しかし、ビッグデータ活用とデータアナリティクスを通して実現される運用上の利益が船舶及び装置設計の向上を後押しする結果となることは確実である。いずれ船舶設計者は設計、コンセプト、及び設計過程を向上させるためにデータ駆動型テクノロジーの先進技術を取り入れざるをえないだろう。コンピューター処理能力やデータ保存容量の拡大、ビッグデータアナリティクス、人とコンピューターの間のインターフェースの開発といった大きな技術の変化の結果、船舶設計のサイクルが短縮される。

実際のモノづくりの観点からは、ビッグデータ、データ解析及び付加製造技術(Additive Manufacturing)と呼ばれるプロセスの相互関係が大きな意味を持つようになる。付加製造技術は 3D プリンティングによる立体的造形を可能にするものであり、他産業ではますますそ

の利用が進んでいる。船舶の装置の特殊な構成部品の製造を通して海事分野で利用されるようになるのも時間の問題であろう。

現代重工業(HHI)はビッグデータの「スマートな」利用を通して製造業における中小企業(SMEs)の効率化と競争力強化を支援することを目的としたプロジェクトに取り組んでいる。この取り組みは韓国により広い製造業種をターゲットとしたものであるが、主要な造船・船用工業事業部門を抱える現代グループがこれを推し進めていることの意義は無視できない。

蔚山科学技術大学(UNIST)のクラウドコンピューティングサービスは韓国政府による「ビッグデータ活用したスマートサービス」と呼ばれる韓国中小企業の製造競争力強化パイロットプログラムに採用された。このサービスは現代重工業と UNIS、韓国 ICT Convergence Network の共同プロジェクトの成果である。このビッグデータクラウドコンピューティング技術は従来型の IT サービスよりも適用性が高く、コストが低く、拡張性(スケーラビリティ)が高い。

UNIST はまた自動車産業における 3D プリンティング生産技術利用を拡大する目的の政府出資プロジェクトを主導している。蔚山市は 3D プリンティング技術と付加製造技術の生産基地となることが期待されている。

付加製造技術は特定の材料の連続した層を重ねて行くことにより最終製品や部品をデータから直接製造する技術である。設計図となる 3D データに従って、ほとんど工作機械や人の手を必要とせず(ほとんどの場合ゼロ)、様々な素材を使用して幾何学的に複雑な構造を持つ産業部品を少数または中程度の数量製造することができる。

### 3.6.3 3D プリンティング、付加製造技術の船用利用

3D プリンティングは多くの産業で製品のカスタマイゼーションを加速しており、このトレンドにおいてビッグデータ分析が重要な役割を果たしつつある。3D プリンティング、付加製造技術におけるデータの影響は、シミュレーション及びアルゴリズム的 CAD(コンピューター援用設計システム)及び双方向の CAD/CAE(コンピューター援用エンジニアリングシステム)/CAM(コンピューター援用製造システム)における可視化、頑強なビッグデータ保存プラットフォーム、ビッグデータ管理システムといった分野において伺える。複雑な製作プロセス内でのプリンターやその他の連結した装置からのセンサーデータのモニタリングにもその影響が見られる。

世界中がインターネットとつながり、「クラウド」インフラストラクチャーにより IoT のファイルが処理され、3Dプリンターに組み込まれるメモリや演算能力が手頃な価格で手に入るようになれば、3Dプリンティング環境はさらに充実するであろう。

ドイツではハンブルク船舶模型試験水槽(HSVA)がカリフォルニアを拠点とする Stratasys 社が供給した 3D プリンターを使用して試作品の船舶模型コンポーネント製作のリードタイムを 70%短縮し、製造コストを 30%削減したと報じられている。

試作部品はプラスチックで同日に製作することができるものもある。一方、従来の労働集約型の方法による木製又はプラスチック製の部品を製作には 2-3 週間かかる。3D プリンティング技術により土壇場の顧客の要求や設計変更に対応する柔軟性が高まる。素材の進歩により模型試験水槽内での厳しい物理試験に耐えうる頑強で精密なプロトタイプの製作が可能になった。

他産業における付加製造技術の一例は GE アビエーションによる新型ジェットエンジンノズルの製造である。従来は 20 個の別々の部品で構成されていたものが、3D プリンターを利用することにより 1 つの工程で製造される。3D 印刷されたノズルは従来の製品よりも 25%軽量で耐久性が 5 倍であり、その結果部品数を 18 個から 1 個に減らすことができた。ビッグデータとデータアナリティクスは、レーザー焼結過程でプロセスと部品を監視・分析することにより製品の品質を確かなものにするために利用される。GE は付加製造技術によるエンジンノズルの量産を計画している。

ボーイングは新開発したボーイング 787 ドリームライナーの生産に付加製造技術で製造した 30 個以上の異なる部品を使用していると報じられている。もうひとつの例として、アルミニウム製品メーカーのアルコアが CAD と 3D プリンティングを使用して、超高温に耐えうるニッケル合金エンジン部品の鋳造用型をカスタム生産していると報じられている。

付加製造技術では部品やコンポーネントの形状を変更しても製造工程を変える必要はない。生産性が向上するのはもちろんのこと、付加製造技術は設計の自由を拡大し、使用部品数を減らす可能性を提供し、ひいては軽量化につながる。さらに、3D プリンティング/付加製造技術は製造を行う場所や必要な施設の点で計り知れない幅をもたらす。長期的には製造及びサプライチェーンのあり方を根本から変える可能性があると考えられている。既存の工場や専用に建設された工場での製造に代わって、小規模でより標準的な 3D プリンティング施設の需要が生まれ、デベロッパーや投資家にとって新たな機会となる。

付加製造ではデータが要求する場所に正確に材料を置いていくことから、原材料を削り取る「減法」技術を使った従来の製造と比べて大幅な原材料の節約となり、環境にもやさしい。

造船及び船用機器産業を支援することのできる新テクノロジーは高価である。しかし、テクノロジーによって将来造船所及び船用機器メーカーはデジタル化により設計と建造・製造を統合することが可能となるかもしれない。将来の競争力にとって自動化率の拡大が必須となる。

世界の2大造船会社である現代重工と大宇造船海洋が船舶の部品の3Dプリンティング技術開発に投資していると報じられている。2015年に3Dプリンティング向けに15種類の主要な船舶部品が特定された。この数字は2018年までに165種類に達する可能性がある。現時点ではその詳細は明らかにされていない。

海事産業の見地から、製造工程全体を付加製造技術で置き換えることは考えがたい。3Dプリンティング技術を造船向けに大規模化する能力はまだ証明されていない。しかし、これらの技術は特定の分野と部門においては、影響を与える可能性がある。複雑な構成部品や構造の製作にあたって鍛造、切断、溶接の加工工数が削減される。また、船舶修繕事業者にとっても部品等の入手や納品の問題を解決する可能性を秘めている。

船舶建造の艤装段階においてロボットを利用して船舶の至る所で3Dスキャンすることにより、船舶の参照用データセットを構築できる。このデータセットをリアルタイムの船舶運航と船舶のライフサイクルを通じてのメンテナンスの支援に利用することができ、船舶の生涯を通じて継続的にアップデートされる。

2015年にオランダで3Dプリンティング技術を使用した船舶の補修部品の作成の実行可能性を研究する産業共同プロジェクトが立ち上げられた。本プロジェクトには船用関連企業26社で構成されるコンソーシアムが参加しており、南オランダの地域開発機関であるInnovationQuarterの支援を受けている。この技術により在庫を持たなくてもその場で補修部品を製作する可能性が生まれる。

本プロジェクトでは3Dプリンティング候補として30種類の補修部品が選択された。そこから実際に3Dプリンティングを行う4つの部品が選ばれた。最初のプリンティングは2015年9月に完了し、3Dプリントによるマニホールドが作成され、原材料の使用量は60%削減された。プリント後に、実海域での日常的使用の要求に適合するかどうかの検証が行われた。

本プロジェクトのもう一つの目的は 3D プリンティングに適した製品のデータベースを構築することであった。データベースは企業が素材と製造加工手法を選択する際のガイドの役割を果たす。プロジェクトでは 3D プリンティングの可能性と優位性のリストを作成し、参加企業に知見だけでなく新たな技術を自社で展開する可能性を提供する。

コンソーシアムにはスターンチューブ、シャフトシール及び推進装置の補修サービスを提供する AEGIR-Marine 社が参加している。同社はシール、O リング、ベアリング、ライナー等の消耗部品の製造も手がけている。本コンソーシアム参加企業唯一のロジスティクスサービスプロバイダーである Broekman Logisitcs によれば、本プロジェクトにより同社は「デジタル」倉庫を構築してパーツを含む運送品を保管し、そこから顧客に配送することも視野に入れている。

MAN Diesel & Turbo は 3D プリンティングシステムに投資を行った模様である。3D プリンティング技術は主に設計の場面で使用されており、設計の詳細やエレメントを手で触れられる形で視覚化したり、部品の試作で活用されている。例えば、水ミストキャッチャー(水滴捕集装置)の試作品がプラスチック製コンポーネントとして製作され、評価目的で研究用エンジンに搭載された。

#### 3.6.4 補修部品の船上での製造

MAN は生産過程又は船上における 3D プリンティング技術実装は時期尚早と考えているようだが、報道によればタンカーフリートで 3D 部品プリンティングの利用を研究、実証するマースクグループのプロジェクトに関して話し合いが行われている。

タンカースポット市場の運航形態ゆえ、タンカーに補修部品を配送するためのロジスティクスはとりわけ要求が厳しい。そのためマースクは自社タンカー船上に 3D プリンティングを実装し、海上における本技術の実用化に関する知見獲得と、乗員からのフィードバックの取り込みに努めている。

船舶は常に多数の補修部品や補給品を発注し、在庫を持つことが要求される。3D プリンティングによりこのプロセスの管理の遣り方が変わると期待されている。たった一つの品物を本船に届けるためのサプライチェーンコストが相当な額となりうることから、財政的な観点から、たとえ数個の補修部品でもプリントする能力があれば元が取れる可能性がある。3D プリンティングにより倉庫保管、梱包、港湾への空輸、通関、そしてしばしば必要とされる停泊中の船舶への通船等による配達が必要なくなる。

もちろん一部の部品はおそらく早い時期の船上プリンティングの域を超えている。現行の技術では、最もよく必要とされる小型の消耗部品であるバルブ、ポンプ部品、パイプ、チューブ等の製造が可能と考えられている。

3Dプリンターのある主要メーカーは、熱溶解積層方式(FDM)技術を使った同社のプリンターが悪天候下でも船上利用に適していると示唆している。

2015年7月に3Dプリンターを利用して作成された航空機形状のドローンが英国海軍艦船から発進した。3キログラムのプラスチック製ドローンは陸側でプリントされ、船上で組み立てられた。射出機により発進したドローンは事前にプログラムされた複数の通過点を自動飛行し、陸上に着陸した。

この技術は英国の海上戦闘センター(Maritime Warfare Centre)が研究者及び3Dプリンティング会社と協力して開発したものである。3Dプリンティングにより作成された限定的利用の使い捨てドローンは海軍にとって有望な低コストオプションとなりうる。この技術を民生活用または商用活用することができる。米国海軍もまた衛星を通じて船舶に送られた3Dデータを使って船上でクアッドコプター(4個のモーターでプロペラを回転させる)型ドローンをプリントしている。

3Dプリンティングは積層プロセスに基づく造形であることから、一般に従来型の製造法による射出成形パーツのような強度と均質性に欠けるという制約がある。また、もうひとつの制約はおそらく表面研削のために多くの部品が必要となることであろう。

3Dプリンティングが船上に実装されるとすれば、特定の補修部品のデジタルデータが船上のデータベースに保管されると考えられる。コストの点で、衛星通信を経由して陸側から本船に大量のデータを送るよりも本船上でデータベースを管理する方が経済的である。

## 4 海事ビッグデータを可能にした情報通信、データ処理技術の発展

ビッグデータ活用の隆盛を可能にしたのはネットワークへの接続の簡易性(コネクティビリティ)の拡大、データの入手のしやすさ(アベイラビリティ)の向上、データを費用効率よく収集し分析する能力の向上である。DNV GL はこれを「データの新たな現実」と呼んでいる。

ビッグデータの活用は船舶のネットワークへの接続の簡易性、すなわち通信に依存することから、通信機器がその要となる。重要性が高まるとともに、増大するデータの新たな活用に使用される機器の信頼性と可用性に関する要件をより厳しくする必要が生じる。現在標準化されているのは GMDSS (海上における遭難および安全に関する世界的な制度)通信システム及び通信機器のみである。

### 4.1 データ収集

船舶に搭載された複数のセンサーやシステムからデータを収集、処理し、情報をリアルタイムで陸側に送る環境の整備は複雑かつ高価なものになる可能性がある。船舶全体に限無く、そして船内のアクセスが非常に困難な場所にもケーブルを張り巡らす又は機器やデバイスとの Wi-Fi 通信をセットアップしなければならない。

船用電子機器部門では NMEA (全米船用電子機器協会)のシリアルデータフォーマットに基づいた標準化が始まっているが、多くのレガシー(既存の)デバイスは独自の出力フォーマットや異なる入出力ポートを使用していることがある。出力された電気信号はデータ収録ユニットとコンピューターに送られ、そこで整理、保存され、衛星通信で陸側オフィスに送ることができるフォーマットに変換される必要がある。

船舶性能と効率最適化のためのオペレーティングソフトウェアやデータ解析を提供するスペシャリスト企業の数は増加している。しかし、これらの企業の大部分は通常、すべてのソースからデータを取得して処理するための複雑な船上システムをインストールし維持するだけの専門的能力を持っていない。移動体に通信システムを組み合わせるリアルタイムに情報サービスを提供する包括的な「船舶テレマティクス」ソリューションを利用することにより、船舶運航者は自社船舶からの質の高いソースデータに可能な限りリアルタイムで、許容できるコストで遠隔的にアクセスすることができる。

## ● 既存機器・システムの活用 —VDR 及び AIS

デンマーク企業である Danelec Marine は船舶の航海データ記録装置(VDR)が船舶データ収集ネットワークの中心的存在となりうると考えている。そのためには 選択的遠隔アクセス機能を持つように VDR を特別に設計する必要がある(5.5 参照)

船級協会 DNV GL は AIS(自動船舶識別装置)が船舶とその運航について、さらに競合他社の運航について、より広い範囲の有益な情報を提供する可能性を秘めていると考えている。AIS(自動船舶識別装置)の「データマイニング」(大量に蓄積されるデータを解析し、相関関係やパターンなどを探し出す技術)により海運市場の透明性が根本的に向上することもあり得る。

AIS データには船名、IMO 識別符合、位置、速力、喫水、主項目が含まれる。「AIS データマイニング」の潜在的な使い道として、船主による自社フリート監視、港湾内及び地域における船舶の航行実態を把握し、用船主や荷主に状態や利用可能性に関わる情報を提供するための使用、荷動きの可視化が挙げられる。加えて、燃料消費、排出量、海気象情報、船舶のスケジュール等のデータを AIS データと組み合わせることにより知見や洞察を掘り起こすことが可能であり、運航レベル、戦略レベル、戦術レベルで海運ビジネスを支援する可能性がある。

## 4.2 センシング技術

センサーの開発と利用及びセンサーから生成されるデータは海運に膨大な可能性をもたらす。リアルタイムの監視・分析戦略が効率と競争力の向上の鍵を握ると見られている。高品質データを安定した信頼性の高いセンサーにより取得することにより、ライフサイクルを通しての船舶のパフォーマンスの最適化に新たな道を拓く。センシング技術の進歩全体がビッグデータ、「スマート」シップ、そしてロボット工学の開発の鍵を握っている。

無線センサー技術と新世代のマイクロメカニカルセンサーやナノメカニカルセンサーの開発は監視とデータ収集に大変革をもたらし、データの質を向上するために不可欠である。

海運産業用の安定・高耐久な無線ネットワークアーキテクチャの構築には自律校正能力、耐故障性、大容量送信能力、無線性能、安定性、超低エネルギー消費量、軽量小型、アクティブビヘイビア(active behavior)を提供する能力、ネットワークモジュール(マスター/スレーブ構成)で作動する能力等の特定の特性をもったセンサーが必要になる。同時に、騒音や振動、極端な温度のような実海域の厳しい環境下でも長期的に安定した特性のセンサーが求められる。

センシング技術が進歩すると、「早期警告」システム戦略を利用し、状態監視や状態に基づく監視(CBM)が向上し、ライフサイクルを通して資産の状態を把握する手段が得られる。船載機器はそれぞれ自分の状態を監視、管理、制御することが可能になる。保守が必要な時、また循環液を補充する必要がある際に機器はオペレーターに警告を発する。データ転送の点で、通信帯域幅と通信速度、センサーネットワークの所要電力に関して不確実性と課題が存在する。さらに、データネットワークとデータ管理が海運にとって必要不可欠となるに従い、外部からの妨害に対するシステムの安全性と保安性がよりいっそう重要になってくる。たとえば、ウィルスや海賊はもとより、センサーネットワークがサイバー攻撃を受けるようなことがあれば、ビジネスにも船舶とその機器にも悪影響が及び、時には深刻な結果を招くことになるかもしれない。

### 4.3 通信システム

通信システムの向上と船陸通信に利用することのできる通信帯域幅の拡大が船から陸へのリアルタイムのデータ転送の進歩にとって極めて重要な役割を果たす。

海運は無線通信に依存しているが、無線通信には課題がある。スペクトルの共有ですでに回線の混雑が問題になっており、割当てられたスペクトルをいかに最大限に使うかが重要な課題である。制約を克服するために、高次変調、パルス整形、動的なスペクトルの共同利用と管理のような技術に注意を払う必要がある。ネットワーク・トポロジー(コンピューターネットワークの接続形態)も船上システム間の通信を向上するように最適化する必要がある。

より高い周波数域の利用、特に規制機関によりまだ割当られていない周波数の利用がトレンドとなると期待されている。このような状況において、テラヘルツ波(0.1-10THz)通信が超高速無線通信の高まる需要を満たす鍵を握る技術と見られている。テラヘルツ波通信により現行の無線システムの容量不足と能力の限界が緩和されるであろう。従来型のネットワークの分野と今までにないナノスケールの通信パラダイムの両方で新たな利用が可能になる。

超高速無線により複数の信号の高速データ通信が可能になる。しかし、高周波数帯域は短レンジしか伝播せず、雨・雪・霧などの悪天候下では電波信号の減衰が発生しやすい。テラヘルツ波は特に「通信研究のあらたなフロンティア」と見なされている。テラヘルツ波通信の具体的な課題には伝播モデル作成、容量解析、変調分析が含まれる。

高解像度センサーや精度の高いタイムリファレンスと処理能力の拡大の恩恵を受け、ブロードバンド衛星通信は拡大を続けるであろう。業界コンサルタントである EuroConsult は 5 年後には VSAT (超小型衛星通信地球局) が従来の MSS (移動衛星サービス) に取って代わると予測している。

拡大する世界の船舶から生成されるデータ量の飛躍的な成長に加え、オフショア設備、特に洋上風力発電タービンの数が急激に増加していることから、先進的通信ネットワーク拡張の需要が創起される。

従来の海上無線通信ネットワークはもちろんのこと、5G、Wi-Fi、新世代の衛星通信の統合により海上通信の変革の土台が築かれる。これにより、船主、船用機器サプライヤー、その他のステークホルダーが船上からの生音声や HD 又は 3D ビデオにアクセスする可能性が開かれる。

無線自動識別 (RFID) タグは機械、装置、及び構造コンポーネントのライフサイクルを通じての資産管理並びに貨物追跡を支援する。

「インターネットに接続された船舶」について業界関係者の多くが抱いているビジョンは、遠隔監視が乗船サーベイに取って代わり、規制適合と取締りも乗船しないで遠隔的に実施するというものである (但し、著名な業界関係者にはこれが最善の方向性であるとは考えない向きもあり、この点については十二分な検討が必要である。)。船舶管理におけるリアルタイムの意思決定が実現可能となり、自律運航も現実のものとなる可能性があることは確かである。

通信技術の発展を通して、荷主と最終購入者は工場から小売りまでの製品サプライチェーンを追跡することが可能になり、輸送の「足跡」を精査することができるようになる。

5G とは第 5 世代移動通信システム又は第 5 世代無線通信システムを指し、移動通信規格の次の主要な段階であり、現行の IMT-Advanced 規格に準拠する第 4 世代通信システムを超える容量を実現するものである。次世代移動ネットワーク連盟 (The Next Generation Mobile Networks Alliance) はビジネス及び消費者の需要に応えるために 5G を 2020 年までに本格展開する必要があると考えている。5G ネットワークはまた IoT やテレビ放送のようなサービス、ライフライン通信を支援する必要があると予測されている。

Wi-Fi は無線 LAN 技術を指し、主として 2.4GHz (ギガヘルツ) の UHF 波と 5GHz の SHF ISF 無線帯域を使用し、電子機器間の通信を可能にする技術である。

#### 4.4 新世代衛星通信

インマルサットは 2016 年半ばには 4 基の Global Xpress 第 5 世代衛星がすべて稼働し、Ka バンドを利用したフルサービスが開始できると期待している。インマルサットによれば、Global Xpress プログラムは大容量の移動式ブロードバンド通信への信頼性が高く、確実なアクセスを提供する「画期的」なものとなる。超高速ブロードバンド衛星通信ネットワークである Global Xpress は直径 60cm アンテナ経由で受信最大 50Mbps、送信最大 5Mbps の速度でデータ通信が可能である。

インマルサット第 5 世代衛星は固定ナロースポットビーム (fixed narrow spot beams) と移動スポットビームを組合せて動作する設計である。スポットビームは小型化されたターミナル経由で高通信速度を可能にする。一方指向性を変化させることのできる移動ビームにより需要に併せてリアルタイムに必要な場所に追加の通信容量を割当てることができる。

インマルサット第 5 世代衛星は障害発生後に元の正常状態に戻る回復機能を備えた (レジリエント) グローバル Ka バンドで稼働すると同時に実績のある L バンドネットワークとシームレスに融合する。Ka バンドの信号は悪天候により劣化することがある。「レインフェーディング」と呼ばれるこの問題はよく知られている。しかし、Global Xpress には適応符号変調が組み込まれており、変化する信号レベルにあわせてデータレートを変えることができる。さらに、L バンドへのアクセスによりバックアップ能力が提供される。

3 基目の第 5 世代衛星は 2015 年 8 月に軌道に打ち上げられており、カリフォルニア州でボーイングにより建造中の最後の 4 基目の衛星の打ち上げは 2016 年半ばに予定されている。第 4 世代衛星よりもブロードバンド転送速度が著しく高速化するだけでなく、4 基の衛星が協調して働くインマルサットの Global Xpress によりインターネットへの接続性が向上し、世界の最も辺境な地域からでも顧客は大容量の回線容量を要求するアプリケーションにアクセスする機会が得られる。

Global Xpress 商業サービスは 2015 年内に開始が予定されており、海上通信向けのフリート・エクスプレスサービスの開始も近い。これは世界初の Ka バンド/L バンドハイブリッドを利用した移動式衛星海上通信システムとなる。フリート・エクスプレスによりビデオを使った遠隔支援や遠隔診断が実行可能になり、遠隔医療や映像監視のような高度な利用方法が可能になる。また、船舶の乗員の陸側とのコミュニケーションが向上する。

回線容量の他に、フリート・エクスプレスを通じて海図アップデート、エンジン及び装置の監視、最適航路計算 (ウェザールーティング) のような海運に特有のアプリケーションが提供され、フリート全船に同時にリアルタイムの情報を伝達することが可能となる。2015

年 10 月にヒューストンに拠点を置くオフショア通信スペシャリストの RigNet がインマルサットと世界のオフショア船にフリート・エクスプレスを提供する契約を締結した。

すでに新生の第 5 世代衛星のさらに先を行く進歩に目が向けられている。2015 年 7 月に欧州宇宙局はインマルサットに次世代(第 6 世代)移動通信システムの研究実施を委託した。これは低軌道通信衛星編隊を構想したものである。

高速、大容量の衛星通信を約束する現在の動向には、インテルサットによるエピック衛星通信プラットフォームの導入が含まれている。マルチバンドアプローチを構成するインテルサット・エピックは現在のネットワークよりも 3 から 5 倍の高いパフォーマンスを約束している。

Ka バンドの衛星通信サービスと同時に、インテルサットの次世代エピック衛星通信プラットフォームでは Ka バンドのスポットビームに制約されない。このマルチバンド機能は C バンド、Ku バンド、Ka バンド、ワイドビーム、スポットビーム及び周波数再利用技術を使用する。これにより顧客のハードウェアやサービスの管理能力が高まり、選択の自由が拡大する。

エピック衛星通信プラットフォームは最初 2 基のインテルサット EPIC<sup>NS</sup> 級通信衛星により構成され、2016 年にサービスが開始される予定である。インテルサット 29e で、米州及び北大西洋を、インテルサット 33e がアジア、欧州、アフリカをカバーする。ゆくゆくはさらに 5 基の EPIC<sup>NG</sup> 衛星が打ち上げられ、世界で最も忙しいルートで回復力(レジリエンス)と接続性を提供する。

イリジウムもまた NEXT 衛星第 1 号の軌道投入を準備している。イリジウム NEXT は現在協調動作する 66 基の低軌道地球周回衛星により提供されている既存のグローバルネットワークを維持しつつ、新しい応用とビジネス成長を支援するために回線容量増大と高速データ通信を提供する。イリジウム NEXT 通信衛星は既存サービスを支援するための L バンドトランスポンダーに加え新たなサービス向けの Ka バンドトランスポンダーを搭載する。

## 5 各社のビッグデータ関連ビジネス

大量のデータ入手が容易になることは、既存システムや専用データロガー(測定値などのデータを時刻と共に記録する装置)から船上の収集データが絶え間なく送り込まれる解析プラットフォームを有し、助言サービスを提供できる企業にとっては有利な環境となる。海事業界により海事産業向けに開発された先進データ駆動型システム、サービス、ハードウェアを次に挙げる。

### 5.1 ABB Marine ー船上アドバイザーシステム

スイスを拠点とする電力技術及びオートメーション技術のグループである ABB は IoT 経由で技術ネットワークを一元化することにより生産性と効率を向上する新製品及びソリューションを開発している。

船用分野における最近の取り組みとして、ABB は同社の Amarcon Octopus 動揺監視、予測、意思決定支援ソフトウェアを MeteoGroup の SPOS ウェザールーティング(最適航路選定)ソフトウェアに含まれる機能のひとつである SPOS Seakeeping プラグインチャートと組合せたアドバイザーシステムを開発している。

アドバイザーシステムは船橋要員が本船の載貨条件(loading conditions)を明確に把握し、本船の動揺が閾値を超える可能性の高い海域を正確に割り出すことを可能にする。それにより自動的に悪条件を回避するように航路が最適化され、貨物の安全と運航スケジュールの信頼性がより確実なものとなる。

Octopus アドバイザーソフトウェアパッケージにはそれぞれの船型(hull type)に関する 3次元流体力学データベースが含まれている。このソフトウェアは MeteoGroup のプラグインチャートと連動して動的な気象条件や海象条件に対する本船固有の応答をきわめて正確に計算する。その結果得られる最適航路アドバイスは従来のウェザールーティングシステムよりもはるかに的確である。

A.P. Moller-Maersk グループのコンテナ海運事業部門であるマースク・ラインは運航する 140 隻のコンテナ船に向けに ABB/MeteoGroup のシステムを発注した。本アドバイザーソフトウェアは船橋要員が潜在的に危険であり遅延につながる可能性のある状況を回避することを助けることにより、航路を最適化し、船員、船舶、貨物の安全性を向上し、運航効率を高めるものである。

ABB は「この革新的なソフトウェアソリューションは海事部門の顧客がコストを削減しつつ運航効率と安全性を引き上げるためにこれまで手つかずであった自社船舶の莫大な量の

データを活用することを助けるために弊社がモノ、サービス、そして人のインターネットに焦点を当てていることを反映している。イノベーションは常にABBの競争上の優位性維持に大きな役割を果たしており、本社のネクストレベル戦略の鍵を握る要素である」としている。

## 5.2 BMTグループ/BMT SMART ー性能監視ツール「SMART<sup>SERVICES</sup>」

性能管理システムのスペシャリストであるBMT SMART社は世界の船舶の70%以上が伝統的なヌーンレポート(noon report)に依存していると推定している。ヌーンレポートは陸上で解析するためのデータを収集する最も基本的で広く受け入れられている方法である。しかし送られてくるデータ量が少なく一貫性にかけることからヌーンレポートの有用性には限界がある。船舶の性能を完全かつ正確に監視するためには、連続して計測され報告される「スマート」データを利用することが将来の成功への道である。

同社は性能監視ツール SMART<sup>SERVICES</sup>を開発した。これはセンサーを利用して船舶のエネルギー消費と関連する機能レベルに関する様々なパラメーターからのデータを正確に計測、収集するものである。船舶の動力系、推進系、航海系からのデータはデジタル化されて収集され、風、波、潮流といった外乱データと統合され、リアルタイムで処理され、一連の性能パラメーターと対照して解析される。加えて、伝統的なヌーンレポートもデータソースとして利用することができる。

一定の期間にわたり複数の船舶からの複数のデータセットが利用できるようになれば、情報を性能評価のためのベンチマーク作成に使用し、フリート全体の性能改善につなげることができる。

BMT SMARTは特にリアルタイムの船舶追跡システムと組合せた場合、航路計画は陸側から行う方が船上で行うよりも効果的でありうるという観点に立っている。同社は個々の船舶だけでなくフリート全体の性能に焦点を当てた陸側性能管理ソフトウェアを開発した。解析ツールと陸側管理ツールはそれぞれ SMART<sup>ACSESS</sup>、SMART<sup>FLEET</sup>と呼ばれている。

将来、航路計画は最も適切な航路を特定するために効率と排出量要件と照らし合わせて定期的にチェックされるようになるだろう。同時に性能管理レポートが自動的に生成される。

## 5.3 CATERPILLAR MARINE ーリアルタイム解析「OstiaEdge SmartShip Monitoring Suite」

キャタピラーマリン社は2015年に米国を拠点とするエンジニアリングソフトウェア リライアビリティグループ(ESRG)を買収し、実時間処理解析用 OstiaEdge SmartShip Monitoring

Suite を提供している。本ソフトウェアは機械の問題を早期警告し、本船乗員と陸側職員の両方に情報を提供し、運航と保守に関する詳細な情報を得た上での決断を可能にするものである。

このテクノロジーは過去 10 年間にわたって開発されてきたものであり、米国海軍を含む様々な環境で使用実績がある。商船や艦船に搭載された様々な船上機器、ディーゼル機関からガスタービンに至る機関、そして空調ユニット、モーター、ポンプ、コンプレッサ、逆浸透プラントを含む補助機器を監視することができる。米国海軍での利用では、約 120 隻について 5,000 を超えるデータポイントからのデータを捕捉し、分析するために使用された。

OstiaEdge ソフトウェアパッケージは船上データの利用の改善を通して 船主やオペレーターによる状態に基づく監視保全 (CBM) 戦略の導入を支援し、次のような様々な方法で価値を生むことを助ける。

- 自動予測診断アナリティクスを使って故障が発生する前に問題を特定する
- 船上及び陸上でのリアルタイム解析を通してより迅速に問題解決する
- 装置の健康状態や性能のリアルタイムの透明性を通じて保守間隔をより効率的に計画する
- フリート全体の保守支出に優先順位をつけることにより、投資に対する利益を最大化する

キャタピラーマリンは MaK と Caterpillar の 4 ストローク船用エンジン向けに DiCARE 遠隔エンジン監視システムを供給している。これは 1987 年に初めて導入された。DiCARE は持続的に運転中のエンジンの状態を望ましい状態と比較し、運航及び保守の決定を下すうえでの診断を提供する。

#### 5.4 ClassNK・MOL ー状態に基づく監視「CMAXS e-GICSX」

共同研究の成果に基づいて、日本海事協会 (ClassNK)、三井造船 (MES)、三井テクノサービス株式会社は次世代型機関状態監視システムを開発している。CMAXS e-GICSX と呼ばれるこのシステムは電子制御の MAN 2 ストロークディーゼルエンジンの早期異常検知を支援するものである。

CMAXS e-GICSX は船陸間通信の有無に関わらず (インターネットに接続されていなくても) 船内で異常を検知し、問題解決できることから特に重要である。高度なアルゴリズムを用いて複数のセンサー間の相関関係を解析することができる。

商船三井(MOL)の運航船 3 隻でエンジンの異常検知の効率と問題解決機能の実装試験が行われる。商船三井(MOL)は自社フリートからのビッグデータを収集し、総合船舶運航支援ネットワークを構築することを狙っている。これは海上ブロードバンド環境を利用した本船上、陸側の双方におけるタイムリーなデータ分析により個々の船舶及びフリートの性能向上、コスト効率の向上、船舶管理の合理化、環境負荷の低減に役立てることを意図したものである。CMAXS e-GICSXの実装試験はこういった取り組みの一環である。

商船三井(MOL)は「昨今、船舶に搭載されるエンジンは電子制御機関が中心となり、大量の機関ビッグデータを入手できるようになった。また気象・海象を含めた航海ビッグデータも船陸間通信機器等の発達により時々刻々と入手可能となる」としている。実装試験プログラムではまずメタノール専用船 MAYARO に CMAXS e-GICSX が搭載される。

## 5.5 DANELEC MARINE –VDR 接続システム「VDR Connect」

デンマーク企業である Danelec Marine は船舶の航海情報記録装置(VDR)が船舶データ収集ネットワークの中心的存在となりうると考えている。そのためには選択的遠隔アクセス機能を持つように VDR を特別に設計する必要がある。

2002 年以降に建造された国際航海に従事する 3,000 総トン数以上の船舶は型式承認を取得した VDR の装備を義務づけられている。VDR は特定の船上搭載システムからの大量の安全関連データを収集、蓄積する非常に効果的なデータ記録装置である。

Danelec のソリューションは VDR Connect と呼ばれ、VDR のより広い可能性を活用するものである。VDR Connect は船位、速力、船首方位、音響測深機データ、操舵命令と応答、主機操作命令と応答、風向・風速、主警報のようなリアルタイムの「必須」データを提供するのみならず、燃料流量計、エンジン速度と温度、排出量監視デバイス、補機、気象観測用計器、その他のデータ源からの「任意」の情報を組み合わせる。

VDR に対する IMO 改正基準が 2014 年 7 月 1 日に発効し、音声及びビデオの記録時間が延長されたことにより VDR へのデータフローは大量となった。今後数年間は現在の衛星通信回線容量の制約が継続すると考えられることから、全データを一括転送するよりも VDR から小規模のデータブロックを一定の間隔で転送する方が実用的である。

2014 年に導入された Danelec の VDR Connect は特別に開発されたインターフェースを使用する Web ベースの遠隔アクセスサービスであり、VDR からのデータを衛星通信システム経由で選択的に陸側オフィスに送るものである。VDR Connect モジュールは PC を経由する必要がなく、直接本船の IT と衛星通信システムに繋がれる。陸側の航路計画者はコンピュー

ターのダッシュボードやタブレットを使って IP(インターネットプロトコル)ベースの Web ポータルにログインし、VDR から特定のデータファイルを特定の自動転送間隔でダウンロードするようにリクエストする。

Danelec によれば、VDR が収集するデータは 1 日約 16 ギガバイトであるが、その全てがデータ解析を目的とするビッグデータとして必要とされるわけではない。特定の目的に関連するパラメーターを選び、特定の間隔で必要なデータを収集し転送することにより、転送されるデータ量が大幅に減り、通信コストも抑えられる。

## 5.6 DAQRI –仮想エンジニアリング・拡張現実「スマートヘルメット」

バーチャルエンジニアリングの概念と拡張現実 (AR) 技術が船載機器装置の保守と補修に導入されはじめている(4-u、バルチラ参照)。

AR 技術、通信回線、そしてハードウェアは装着可能な「スマート」ヘルメットという形で双方向ビデオ回線を使って手作業を行う乗組員に対し、エンジニアが遠隔指導を提供する可能性をもたらす。ヘルメットにはディスプレイ、カメラ、センサーが組み込まれる。

ロサンゼルスベースの拡張現実技術企業の Daqri は「スマートヘルメット」と呼ばれる産業用ヘルメットを開発した。同社はこれを「世界初のウェアラブルな人と機械のインターフェース」と主張している。Daqri スマートヘルメットは 4D ディスプレイと拡張現実を先進的なセンサーパッケージ、直感的なユーザー・インターフェース、ロバストなコンピューター視覚情報処理機能を組み合わせたものであり、可能な限り正確な表示と追跡を可能にする同社独自開発の「Intellitrack」システムが組み込まれている。

バルチラのケースでは、バルチラの修理技師が使用することになっている拡張現実ヘルメットとゴーグルはスウェーデン企業 XMReality とバルチラが共同開発したものである。XMReality がサプライヤーであり、これは他産業でも採用されている。

## 5.7 DNV GL –性能管理ツール「ECO Insight」

ビッグデータの海運への実践的アプリケーションの一例として船級協会 DNV GL の初めての取り組みである ECO Insight プログラムがあげられる。ECO Insight は「性能管理ポータル」と表現されており、オペレーターによる船舶及びフリート性能の最適化とベンチマーク策定を支援するものである。

ECO Insight は航海、船体、プロペラ及び機関システムと運航システムデータを使ってフリートのパフォーマンスを管理するための包括的でアクセスの容易な方法を提供する。これ

は気象データ、AIS データ、その他の情報により補強される。ポータルにはアドバンスド・エンジニアリング手法、例えば CFD(数値流体力学)に基づいた船体生物付着予測もパッケージされている。

ECO Insight ポータルには Navigator Insight と呼ばれる海上船舶報告システムのオプションがある。これは具体的な船舶の技術特性に適した「スマート」な妥当性チェックを通して海上での質の高いデータ収集を確実にするものである。

DNV GLはアイスランドのエネルギー管理会社 Marorka とデータ統合契約を締結した。DNV GL と Marorka はデータを ECO Insight プラットフォーム上で統合する。その結果、船主及びオペレーターは同じダッシュボードとベンチマークを使用して、たとえそれぞれの船舶に異なるデータ収集アレンジメントが搭載されていたとしても、全フリートを管理することができる。

## 5.8 ELECTRONIC POWER DESIGN –データ解析

データ駆動型の動力系解析システムが米国企業である Electronic Power Design により開発された。同社は自動船位保持装置搭載船舶(DP 船)向けディーゼル・エレクトリック推進ソリューションの提供を事業の中核に据えている。船上計測と技術的に進んだコンピューターモデリングを利用して船舶の動力系を分析し、動力効率を向上するためのアドバイスを提供し、海運部門の顧客にカスタム製品と電子ソリューションを供給する。

## 5.9 ENIRAM –包括的データ収集「Eniram Platform」

重大な主要性能評価指標(KPI)データを収集し解析することにより、船主やオペレーターは個々の船舶及びフリートの蓄積されたデータを統合・分析・管理し、意思決定に活用するインテリジェンスを継続的に拡大し、船舶の性能やエネルギー効率を向上することができる。

Eniram の第4世代 Eniram プラットフォームは船橋システム及び自動化システムからデータを取り出し、これを Eniram が自社開発したセンサーから取得されたデータで補完する。同化されたデータは Eniram Data Warehouse に送信、保管され、将来の参考、さらなる解析、複雑なモデリングのために利用される。

このフィンランド企業によれば、Platform 4 はほとんどすべてのサードパーティベンダーの技術に組み込むことができる。直結で統合されることにより人為ミスや重要な船舶情報の故意の誤報告の恐れが無くなる。収集されたデータはフィルターされ、記録され、解析さ

れて、自社開発のソフトウェア製品である Eniram Speed、Eniram Performance、Eniram Engine、Eniram Trim、Eniram Fleet の基盤として使用される。速力とエンジン管理を扱うアプリケーションを Eniram の動的トリミング技術と組み合わせることにより、全体として最大 10% の燃料節減を達成することができる。

Eniram プラットフォームを搭載した船舶から自動収集されたデータにより先進的解析を行い、船舶性能を高める知見を掘り起こすことができる。

ヌーンレポートの自動化により手入力により発生するミスが避けられ、航海者は操船に専念することができる。航海区間レポート及び全航海レポートにより、本船の性能をベースラインのパラメーターと比較することができる。姉妹船の分析により船舶間の性能の違いの理由が割り出される。

Eniram は解析サービスに軸足を移しており、完全自動または半自動で顧客のニーズに基づいた個別レポートを生成している。船体汚損、最適トリム使用率(trim rate of usage)、エンジン効率に関するレポートから航海後評価を行い、運航を改善することができる。性能インパクト分析、塗料性能分析、速力-燃料報告は予算・計画作成の改善や長期的投資決定評価におけるツールとしてデータに付加価値を加える。

データを活用することにより競争上の優位性を獲得する可能性があることから、データの商品としての価値が高まっている。

## 5.10 GE MARINE —ビッグデータソリューション「Predix」

米国の GE グループ(旧社名 General Electric)は最近 Predix と呼ばれる「インダストリアル・インターネット」を使ったオペレーティングシステムを開発した。Predix はクラウドベースのプラットフォームである。これは産業ビッグデータ処理を目的として構築され、データ駆動型の情報を配信し、資産を相互連結することによりユーザーにより大きな価値をもたらすものである。サイバーセキュリティが最重視されている。

GE Marine が船舶用に開発した産業インターネットソリューションには次のようなものがある。

- **SeaStream Insight** : Predix プラットフォームをベースとし、船舶の様々なシステムの機械装置を横断した状態及び性能データを収集する。運航効率と故障リスクについてのインサイトを提供し、予防保全を可能にし、不要な定期保守を回避し、不測の不稼働の発生を減らし、いずれはこれを排除することを可能にする。SeaStream Insight は SmartSignal

ソフトウェアを使って、何週間、何ヶ月も前から装置の故障を予測する。資産の状態及び性能に関するリアルタイムデータを複数のユーザーにその場で提供することができる。

- **Vessel Performance Analyzer** : これは造船所や船舶オペレーターが設計段階で複数の機器(スラスト、推進系、電気系)の組み合わせを比較することができるようにするリアルタイムシステムである。加えて、設計や機器選択を裏付けるためにオペレーターは機器の組み合わせそれぞれについて年間運転支出を計算することができる。また、環境目標を達成するためにスラストの定格出力のような機器スペックを最適化する方法を提供する。
- **SeaStream Dynamic Positioning** : 船橋要員が最善の船首方向と船位を特定、設定、制御することを許すものである。ますます大型化・高度化する船舶システムにおいて航海者本来のスキルを使い、安全かつ効率的に操船を行うことができるようなディスプレイとコントロールを航海者に提供することを目的としている。

### 5.11 INTERNATIONAL Marine —船底塗料効果予測ツール「Intertrac Vision」

2015年10月に、船舶用塗料のスペシャリストの International 社は事前に船底防汚塗料の燃料消費削減効果及び CO<sub>2</sub> 排出量削減効果を予測するコンサルタントツールを公表した。

Intertrac Vision と呼ばれるこのソフトウェアは膨大な量のデータ群で構成されており、コーティング技術またはコーティングシステムを実装する前に正確に性能を予測するための海運業界初のビッグデータソリューションとされている。

Intertrac Vision に組み込まれている先進科学の開発には4年以上が費やされた。International 社の英国の科学者が研究開発を主導し、ロンドン大学ユニバーシティ・カレッジのエネルギー研究所、ニューキャッスル大学、オランダ海洋研究所(MARIN)、そして世界の30社を超える船主やオペレーターが協力して開発が行われた。Intertrac Vision ツールは船主やオペレーターに無料のコンサルティングサービスとして提供される。

このツールは全船底粗面度と船底汚損に関連する粗面度についての理解を組み合わせ、異なる船型で実施されたCFD(数値流体力学)研究を使って、異なる塗料が船舶の所要動力に与える影響を予測するものである。個々の船舶のパラメーターが入力されると、ソフトウェアツールが自社開発された複数のアルゴリズムとモデルを使って本船の予定される運航期間にわたるそれぞれの塗料の影響を評価する。Intertrac Vision からの主要な出力項目には船舶の動力要件、燃料油消費、燃料油コスト、CO<sub>2</sub> 排出量予測、完全な費用効果分析がふくまれる。

### 5.12 MAN Diesel & Turbo —データインターフェース「CoCoS EDS」

2000年以來MAN Diesel & Turbo エンジン は統合データインターフェースと共に供給されており、これをエンジン監視完全ローカルシステム (CoCoS EDS) にアップグレードすることが可能である。データインターフェースを介したオンラインアクセスを通して、全てのエンジンとターボ過給機の作動データは陸側の MAN PrimeServ の修理技師に送られ分析が可能である。

作動データを MAN PrimeServ に転送するためには、セキュアな通信ハードウェアである「リモートアクセスキャビネット」の搭載が必要である。暗号化されたデータが所定の間隔で自動的に転送される。陸側の MAN Primeserv や場合や本船上のエンジニアにより起動される場合は手動で送信される。原則的にデータコネクションは現場に搭載された通信ボックスによってのみ起動することができる。

### 5.13 MARIS —LOG データベース「LOG4000 Database」

船舶とそのシステムから生成されるデータ量は拡大しており、データ保管ポイント、ストレージ容量、解析のためのデータ検索の問題が浮上している。航海データに関する陸側の保管システムの傑出した例はノルウェー企業の MARIS が開発した Maris LOG 4000 データベースである。これは、長期データ取得・記録装置であり、航海情報、環境及びエンジンデータを従来の船上保管期間よりも長期にわたって保管する。

LOG4000 は完全自動で、定期的に所定のデータを陸側に送信する報告モジュールを内蔵している。5 テラバイト (5TB) の記憶容量は通常の運航データ 5 年分の保管に十分であり、船主が指定した職員のみがアクセスすることができる。どの期間からのデータ群でも抽出して、標準のオフィスツールに読みこむことができ、運航計画者は MARIS カスタマーポータル Web サイトを使って直接 Web 経由でクエリー (処理要求) を発行し、データ分析を実施することができる。

### 5.14 MARORKA —総合的性能データ管理

Marorka Onboard ソフトウェアパッケージはリアルタイムのエネルギーシステム管理、電子計測記録、シミュレーションに基づいて意思決定を支援し、広範なエネルギー分析を提供する。サーバーは 500 を超えるデータソースから送られてくるデータを処理する。システムは消費、速力、気象海象、喫水、その他エネルギー管理に関連して入手できるシグナルすべての数値をトラッキングし、記憶する。

「正確で詳細な性能データを確実に収集することが船舶の性能向上の基礎である。信頼できるデータは現在の運航状態を把握し、性能向上の実際の成果をモニターするために必要不可欠である」とアイスランド企業であるマロルカ社は考えている。

#### **5.15 RIGHTSHIP —リスク予測・解析**

海上リスク管理スペシャリストの RightShip 社はビッグデータが提供する商機をとらえた。2015 年に同社は、2 年間かけてオンラインリスク管理プラットフォームを数百万ドル規模の予測解析ツールへとアップグレードしたと報告している。RightShip は「複数の莫大なデータフィードを即座に有意義に解析してシンプルなリスク評価手段にする能力は、リアルタイム解析により、標準以下の性能指標を的確に抽出し対応することができるようになることを意味する。弊社の顧客にとっての便益は巨大である」としている。

システムは本船上からのデータや本船に関連するデータを受け取って、これを複雑な内部処理に通し、その結果をセキュアなオンラインプラットフォームを通じて顧客に供給することを基本としている。

#### **5.16 ROLLS-ROYCE Marine —インテリジェント船橋「oXブリッジ」**

ビッグデータに関連するハードウェア/機器装置製品の点で、ロールスロイス・マリンは統合「インテリジェント」船橋設計の分野で特に進歩を遂げている。同社は多くの新造オフショア支援船にすでに仕様指定されているユニファイド・ブリッジ・コンセプトを 2014 年に導入したのに続いて、VTT Technical Research Centre 及びフィンランドの Aalto 大学と協力して「インテリジェントブリッジ」の開発を進めている。

ロールスロイス・マリンは複数のデータソースを使用した「船舶インテリジェンス」概念を海運産業の「次の大きな転換」と位置づけている。この構想を実現するために、船舶のブリッジ向けの斬新なシステムを提案している。これは「未来の運航者経験コンセプト」(Future Operator Experience Concept) 又は oX ブリッジと呼ばれ、VTT 及び Aalto 大学の研究者と共同で開発中である。この船橋コンセプトは 2025 年には実現する可能性がある。

oX ブリッジは航海システム、安全システム、意思決定支援をすべて船上システムの遠隔制御及び操作、自動・自律的プロシージャ、船上エネルギー最適化、状態監視と統合する。

oX ブリッジは「スマート」な船橋人員のための「スマート」なワークステーション(船橋集中作業場所)を特色としている。船橋の前面窓は船舶の周囲環境の拡張現実ディスプレイ

として機能し、特に大型船舶の船橋人員のために、死角部分の潜在的な危険が可視化される。

ロールスロイスは既に未来の「インテリジェントシップ」を構成する技術の多くを保有している。先に導入されたユニファイド・ブリッジ・システムは、船舶自動化率の拡大とシステムテクノロジー拡大、並びに乗組員の少人数化がもたらした課題に応えるために開発されたものである。ユニファイド・ブリッジ・システムは機関や推進装置から荷役装置に至るまでの船上搭載機器の運転をコーディネートする。船橋の人員の操船性能、簡潔さ、安全性を改善するために人間工学的な機器配置とデータ統合を組み合わせている。

船載機器の遠隔監視においても進歩がみられる。ロールスロイスは Aalesund(ノルウェー)と Fauma(フィンランド)に集中管理センターを置き、世界中で運航する船舶とスラストをリアルタイムで監視している。

現在、ほとんどの船上機器とサブシステムは単独で機能する。ロールスロイスは先制してこれを変える計画である。インテリジェント・シップ・システムは複数のソースから生成される莫大な量の情報の理解を助ける。

#### 5.17 ROLLS-ROYCE Marine —先進モニタリングシステム「HEMOS」

ロールスロイス・マリンの HEMOS 高度状態監視システムは民間航空機部門で使用されている同様の監視システムの船舶バージョンであり、船舶の動力系及び推進系の作動状態についての詳細な知識を提供するものである。様々なコンポーネントからセンサーデータが陸側サービスセンターに送られ、システムの専門家が顧客のために健全性レポートを作成する。

商用版 HEMOS の第 1 号はノルウェーのオフショアアンカーハンドリング/サポート船 (AHSV)である *Far Scorpion* に搭載された。このシステムは船上最大 4,500 ヶ所からのデータを記録する能力を有し、データは詳細な解析のために陸側へ転送される。機器の主要なアイテムに搭載されたセンサーは様々なパラメーターでデータを収集する。これらのセンサーの中には機器制御ループに組み込まれ、自社開発の ACON 船舶警報・監視システムの一部を構成するものもある。統合制御系につながるセンサーには油の質や振動計測のようなより広範な情報パラメーターを捕捉するものもある。

陸側のサービスセンターは船舶から送信される HEMOS データをすべて受取り、特別な解析ソフトウェアを通して処理する。これにより、傾向やクオリティの情報が生み出され、技師はこれを解釈して、船主のテクニカルスタッフのために資産健全性レポートを作成す

ることができる。航海者のために船内 HEMOS モニターにもレポートがリアルタイム情報と共に表示される。

データを集中管理することにより、船主は特定の船舶、または将来的には全フリートをモニターして、運航性能を評価し、入渠スケジュールや補修部品の必要性を計画することができる。傾向分析を通じた予知機能は機械装置の故障回避に役立つ。機械データ、動力及び燃料消費情報を航海データや気象データと組み合わせることにより船舶の運航効率の総合的な改善がもたらされる。

別のノルウェーOSVに搭載された試作品 HEMOS のモニタリングから得られたデータはプロペラ換気が推進機関に与える影響についての研究に貢献した。

引き続きロールスロイス・マリンは ACON エネルギー監視システムというデータベースソリューションを開発した。これは、船上でデータを捕捉し、データを陸側に転送し、Web ポータルを介して様々な形でデータを映像化して表示するものである。陸側の管理人員は船舶の動力消費量や詳細なエネルギー消費性能を見て、エネルギー効率を最適化するために適切な措置を講じることができる。本ソリューションは機械装置の状態についての知見を提供する。データは日々アップデートされる。

ACON エネルギー監視システムを実装するパイロットプロジェクトは2015年にノルウェーのオフショア支援船運航者である Golden Energy Offshore と協調して開始された。パイロットプロジェクトにはロールスロイス設計でロールスロイス製ディーゼル・エレクトリック動力及び推進システムを搭載したプラットフォームサプライ船 *NS Orla* が使用される。

#### **5.18 SIEMENCE GROUP —クラウドベースのプラットフォーム「HANA Platform」**

産業電気及び電子事業を手がけるシーメンスは2015年3月に予知状態監視からエネルギー管理最適化までのすべてに使用する一連のデータサービス向けクラウドベースのプラットフォーム構築計画を発表した。

この新たな開発の基盤となっているのはSAP社のクラウドベースHANAプラットフォームである。この新しいサービスは現在一連のシーメンス顧客により試験的に使用されている。新クラウドプラットフォームは自動化のデジタル化を推し進め、データ解析を最大化する。

(SAP HANA はリアルタイムで膨大な量のデータを処理する。これは処理の対象となるデータを全てメモリ上に保持して、データの読み書きを高速化させるインメモリ・コンピューティングプラットフォームであり、リレーショナルデータベース産業を根幹から変容させ

た「開発・実行環境」である。これはデータベースアプリケーション処理と統合サービスを一つのプラットフォーム上で組み合わせるものである。) )

### 5.19 SKYSAILS/LEMAG —性能管理「V-PER」

2015年にドイツの2社が新世代の性能管理システムを市場に導入した。船舶パフォーマンスマネージャー(V-PER)はセンサーベースのソフトウェアシステムであり、リアルタイムの船舶航海情報を提供することにより本船上や陸側の意思決定者がトリムや速力を調整して運航効率を向上することを可能にする。V-PERはエンジン計測・計装スペシャリストのLEMAGとソフトウェア及びアナリティクス会社であるSkySailsの協力の成果である。

### 5.20 WARTSILA —推進状態監視「PCMS」

船舶の動力システムを監視するための実用的データ利用の最たる例がバルチラの推進状態監視サービス(PCMS)であり、これは補修の必要性を2ヶ月から6ヶ月前に予知することができる。

PCMSは顧客に効果的な保守計画に必要な情報はもちろん、機関の状態に関するリアルタイムの助言と定期報告を提供する。PCMSにより顧客は損傷リスクと保守コストを低減すると同時に、資産の稼働率と信頼性を向上する手段を得ることができる。

PCMSはここ2年間で改良され、機能が拡大し、スターター版とプロフェッショナル版の2種類から選べるようになった。新しい機能は動的生涯予知(DLP)と呼ばれ、運転の確実性向上と長期的保守計画のニーズに応えるものである。

スターター版とプロフェッショナル版のいずれも分解整備(オーバーホール)の間隔を延ばすことを可能にし、機器の最適状態を増進する。プロフェッショナル版は潜在的な故障を検知し、保守計画における長期的予測可能性を提供する点で優れている。動的生涯予知(DLP)機能はスラストの分解整備時期を見定めるために利用することができる。負荷、毎分回転数、潤滑油の温度や不純度を含むこれまでの運転実績と所期実績に基づき、将来の信頼性を予報する。

バルチラはPCMSの利用により、推進装置の分解整備の間隔を、使用状況、状態、シールの形状によって最大10年まで延長することができるとしている。

## 5.21 WARTSILA —仮想エンジニアリングコンセプト

バルチラは最近「拡張現実」を遠隔船舶エンジン系支援サービスに適用した「仮想エンジニアリング」概念を採用した。

バルチラが提供する新しい最先端サービスは双方向でリアルタイムのデータを高度なデータ解析に使用して、保守必要性の予知を助けるものである。本サービスは同社のバーチャルエンジニアリング概念を適用している。修理エンジニアは特別に設計されたゴーグルを装着して、拡張現実テクノロジーを使って遠隔地の専門家とやりとりする。

陸側遠隔サービスセンターとの通信は音声と映像の両方で行われる。陸側の専門家はバルチラの全てのデータバンクとノウハウにアクセスを有しており、本船上の修理エンジニアをリアルタイムでガイドして問題を解決する。

ゴーグルは外界との即時の視覚的リンクを提供し、情報は装着者の視野に直接表示される。ワイヤレス装置は単純な Wi-Fi や GSM ではなく、より複雑な通信方法をサポートしている。バルチラの現場サービス部門は修理エンジニアを現場に送る前に可能な限りの情報を集め、エンジニアが準備万端で適正なツールを携えて現場にのぞめるようにしている。将来的にはデータからエキスパートの支援が必要となるかどうか判定されるようになる。

このテクノロジーにより複雑な状況を現場で一人の修理エンジニアが処理する能力が向上する。初期対応で問題を是正し、さらなるバックアップを待つ必要がなくなる可能性がある。クオリティ、コストそして所要時間の点で顧客にとって大きな利益となることは明らかである。

仮想エンジニアリング概念の開発に際して、バルチラは複数の機能を統合して一つのシステムを構築した。革新的ソフトウェアと移動式通信技術をロバストな拡張現実ソリューションと組み合わせ、ユーザーが遠隔地の専門家から視聴覚ガイダンスを受けることを可能にしたのである。

バルチラの拡張現実テクノロジーを支える通信システムは防衛・航空産業向けソリューションを専門とする企業と共同開発されたものである。衛星通信を使用することにより、信号の減衰により発生する問題を回避している。陸側ステーションの専門家が衛星通信を介して本船に接続される。本船上ではマルチリンクの無線設備で船橋と機関室内の修理エンジニアの通信が確保される。

デジタル化は船用エンジン系保守サービスのあり方を根本から変えている。デジタル化はビッグデータと高度データ解析を利用し、企業の運航効率向上と資産性能最適化を助ける新たなソリューションの基盤を提供している。

「デジタル化によりオンラインサービスを介してロジスティクスと技術サポートを提供することが可能になり、リアルタイムの資産性能管理が可能となる。仮想エンジニアリングにより複雑な問題解決と補修作業に必要とされる時間を大幅に短縮することができる。バルチラが長年積み上げてきた知識とノウハウのすべてを集めて、これを直接顧客が自由に使えるようになる」と同社は述べている。

## 6 研究開発レベルにおける各社動向

### 6.1 ABB Marine

スイスを拠点とする ABB グループは 2015 年 10 月に海事部門の研究開発向けにフィンランドに研究所を新設する計画を発表した。研究所の主要な作業は ABB マリンの製品とサービスの運用におけるデジタル化の開発である。

研究所はヘルシンキの Azipod 工場の隣に設置され、自動化システム、遠隔制御システム、推進システム、統合航海システム、廃熱回収システムを含む ABB マリンの全ての主要技術を支援する。将来、研究所がシミュレーターとしての機能を果たす可能性もある。

研究所は「統合航海」概念を採用する。これは、本船上の操作を陸側オペレーションと連結するものであり、ABB の「モノ、サービス、人のインターネット」に対する高い関心を反映している。ABB はこれが海事産業に新たな可能性を開くと確信している。「デジタル化により船主はクラウドベースのサービスを利用して全フリートを遠隔監視することができるようになる。自動化システムにより収集されたデータが最適な方法で利用されれば、コスト節減につながり、同時に環境保護に資することができる。」

ABB は制御システム、通信ソリューション、センサー及びソフトウェアを通して 10 年以上にわたって「モノ、サービス、人のインターネット」向けテクノロジーを推し進めてきた。これらのテクノロジーにより顧客は航海を最適化し、生産性を向上し、より一層の柔軟性を獲得するためにデータをよりインテリジェントに活用することができる。

### 6.2 ALAN TURING 研究所

アラン・チューリング研究所は新たな方法によりビッグデータとして知られる大型のデータ群の収集、編成、解析に重点的に取り組む英国の取り組みである。英国政府は英国工学・物理科学研究会議 (EPSRC) を介して 2020 年まで 5 年間にわたって 4,200 万ポンド (6,500 万ドル) を出資し、同研究所によるデータサイエンスの研究、教育、知識移転を支援する。ビッグデータが経済及び社会のすべての分野に影響を与える巨大な潜在的可能性があることが公費投入の根拠とされている。

チューリング研究所はロンドンの英国図書館を拠点とし、2015 年内に研究活動を開始することになっていた。創設メンバーの 5 大学とその他のパートナー機関からの高等数学及び計算科学の分野のリーダーを一堂に集める。本研究所の主眼は英国の学術機関とイノベーションを必要とする英国または外国の商業又は工業組織の間の「橋渡し」をすることである。

2014年12月にロイズレジスター財団は創設を予定されていたアラン・チューリング研究所に条件付きで1,000万ポンド(1,540万ドル)の助成を行うことを発表した。助成はビッグデータの工学応用を対象とする。この戦略はデータの資産としての価値を認め、データを工学設計の最前線に置くことを目的としている。このようなデータの応用には効率性を高め、コストを低減し、信頼性と生産性を改善し、安全性を高める潜在的な可能性がある。

アラン・チューリング研究所への助成を発表する前に、ロイズレジスター財団はデータ処理を中心とするエンジニアリングを柱に据えた「ビッグデータ展望報告」をとりまとめて発表している。この報告書によりデータ処理を中心とするエンジニアリングの分野における財団のトップレベルの戦略的方向性と資金拠出の優先事項が定められた。4つの優先アクション分野は次の通りである。

- テクノロジーロードマップ作成：データ処理を中心とするエンジニアリングの技術の進展を予測し、取り組みを計画、調整するために研究コミュニティと協力する。
- データのための設計：内蔵センサー、知的システム、データ管理が将来の工学設計要求の構成要素となることを認識する。
- コードと規格：エンジニアリングシステムによりますます多くのデータが生成、収集、転送、保存、処理されるに従い、データの質、追跡可能性(トレーサビリティ)、セキュリティと完全性(インテグリティ)といった要素を担保しなければならない。
- データ解析：データ分析のアルゴリズムと数学的モデルの開発と、資産とインフラの安全、信頼性、性能を高める十分な情報を得たうえでの決定の支援。

### 6.3 大宇造船海洋

韓国の大宇造船海洋(DSME)は2つの新しい調査プロジェクトにビッグデータを利用している。プロジェクトの1つは新造需要予測システムの開発に関するものである。もうひとつの取り組みは就航船の保守、補修、運航サービスへのビッグデータの応用に関するものである。

提案されている新造需要予測プラットフォームはDSMEによる将来の船種及び関連技術に関する市場要求特定を支援することを意図している。造船業は将来の需要予測が困難だが、これを克服することにより、造船業に特有の変動する周期的なビジネス需要依存を補完することを目的としている。

需要予測システムは韓国のIT企業であるダゾン(Duzon)が開発したビッグデータプラットフォームを基盤とする。これによりDSMEは貨物や荷動き、エネルギー資源需要、マクロ

経済指標及び海運指標のデータを解析し、必要となる新造船の種類をいち早く割り出すことが可能となる。新しい船種と技術で世界市場のトップに立つことを主眼としている。

DSME はまた船舶保守、補修、最適運航に関係する将来のサービスに向けてのビジネスモデルを開発している。これは機械装置の状態に関するデータ、船級協会の検査スケジュール、OEM(オリジナル機器メーカー)のデータ等を使用したデータを中心に置く取り組みである。韓国の釜山港に入港する船舶にサービスが提供される模様。

#### 6.4 EU の研究プロジェクト EfficienSea 2

2015年5月に「新テクノロジーとよりスマートなトラフィック管理を通じたより安全でより効率的な水運」を達成することを目標として新しいEUのプロジェクトが発足した。EfficienSea 2プロジェクトは複数のテーマに分かれており、デジタルサービスと能力の開発を中核的構成要素としている。

主要タスクには次のものが含まれている。

- 海運の調査、監視及び統合管理向けの新しく、進歩したシステム
  - トラフィック管理向け水運情報通信システムの拡張、統合、最適化を支援するソリューション。ソリューションはまた自律及び誘導航行(autonomous and actively guided ships)の実用化に向けての基盤を提供するものであるべきである。
  - 欧州全地球航法衛星システム(欧州 GNSS)ベースの新しいコスト効率の高い航海手順
- 3年間にわたる EfficienSea 2 プロジェクトの総予算 1,150 万ユーロ (1,260 万ドル)のうち EU が 980 万ユーロ (1,080 万ドル)を出資する。プロジェクトには 23 のパートナーが参加しており、うち 13 はデンマークからの参加である。

#### 6.5 EU 研究プロジェクト INCASS

INCASS(船舶の安全性を高めるための点検の能力)と呼ばれるEUが支援する研究プロジェクトは海運オペレーションの水準を高めるための船舶検査及び監視の改善を目標としている。包括的な目的はロボット工学、オンライン機械状態監視、リアルタイムの情報の革新的な利用に基づいた迅速かつ柔軟で効果的な点検保守体制である。

## 6.6 JAMES FISHER MIMIC - 「スマート」監視

船舶保有・海運サービスグループである James Fisher & Sons の事業部門である James Fisher Mimic は同社の状態監視システムを「スマート」シップ製品として開発する研究プロジェクトを 2015 年に完了した。共同研究のパートナーは英国のランカスター大学であった。

自社開発の Mimic 状態監視ソフトウェアは船舶システムの特定のパーツに関して、推奨保守間隔ではなく、運航者が状態と性能に基づいて保守のタイミングを決定することを可能にするものである。同社の目的はソフトウェアの監視能力を本船全体の燃料消費と状態監視に拡大し、これを開発することであった。

同社はランカスター大学の工学部に自社船舶から収集した運航データを提供した。大学は以下の 3 つの分野に焦点を当ててデータ解析を実施した。

- リアルタイムで複数イベントを特定するために、拡張タイムフリークエンシーパターンを通じた故障分類
- 自動的、早期故障検知
- 状態監視のためのスマートセンサーシステムと関連電子機器の開発

その成果は「燃料効率を革命的に変え」、保守計画を大きく改善する可能性のあるシステムとなった。この技術は世界船腹のほとんどの船舶に導入することが可能であり、Mimic ソフトウェアの市場におけるポテンシャルを拓けている。

同社は得られた知見と情報を利用して玉石混淆の通常の運航データから機械装置の故障を探し出す新しい方法を開発することができるとしている。

## 7 スマートシップと自律船実現に向けた取り組み

### 7.1 「スマートシップ」「自律船」とは

「スマートシップ」とは何を意味するのか。海運の進化プロセスの一環として、無人機関室の概念は確立しており、これは技術的に「よりスマートな」船舶への移行を意味している。エンジニアリング、航海、運航システムにおける船舶自動化の進行も総じてスマート化を意味している。ウェザールーティング(最適航路選定)や機械装置及び船舶の性能監視のようなデータ駆動型サービスは「よりスマートな」船舶の進化をさらに促進してきた。十分な情報を得たうえで賢明な意思決定を行うために、データインテリジェンス(データから読み取るスキル)と知見が極めて重要となる。予知的、予防的知見を掘り起こすためには、必要なデータを提供する「スマート」シップが必要となる。

過去 10～15 年に船用エンジン技術は大きく進化し、コンテナ船、ガス運搬船、クルーズ船建造のような造船分野で急速な進歩があったにもかかわらず、海事産業は他産業と比べてデジタル技術が提供する機会の活用に消極的であり、運用の範囲も狭い。ロイズ船級協会は最近「海事産業ではデジタル技術の恩恵をフル享受するための船舶管理、運航、保守方法の改革が十分に進んでいない。オペレーターは船舶がますます複雑になり、スキルが不足することを懸念している。また業界は煩雑化する書類事務に追われており、データ価値をひきだすことができない。」「スマートシップ」はそういった現状を打破するための概念である。」

スマート SHIPPING は必ずしも無人運航を意味するものではなく、むしろ船舶と船員を陸側の専門能力と連結することを意味する。スマート SHIPPING は運航効率の向上のみならず、今後資格を持つ船員が不足することに応える解決策を約束するものである。

「スマートシップ」は海運業界の次なる技術革新として広く話題に上っている。他産業でも似たような状況が見られる。製造業部門では「第 4 次産業革命 (Industry 4.0)」という言葉で機械や生産ラインの制御・管理における人間の役割を「スマート」装置がいかにとつてかわるかを説明している。消費者部門の革命は、「モノのインターネット」(IoT)と呼ばれ、センシング技術やデジタル技術を使って消費性向や消費行動をマッピングし、これを解釈して自動化することにより人々の日常生活を改善するという触れ込みである。

海事分野では「スマートシップ」は個々の技術を表すものではなく、ビッグデータ、センシング、高度通信技術、ロボット工学を含む複数の技術と技術動向の活用が合成されたものを意味する。船舶建造でナノテクノロジー素材(ナノマテリアル)と超高感度計器の利用

が進むことにより、「スマートシップ」開発が促進される。その一例は振動の微細な変化を検知することができる音響ファイバーの使用による超高感度監視である。これらのテクノロジーの採用により「スマートシップ」時代への移行が後押しされるであろう。

可能性の高い短中期的シナリオは「デジタルシップ」から「インテリジェントシップ」への移行である。ビッグデータ取得、通信技術、データアナリティクスの活用を通して、船舶の設計、運航、保守にインテリジェントで、リアルタイムのプロアクティブ(事前対応的)な意思決定を導入する。

中長期的には、「インテリジェントシップ」から自律船へシフトすると考えられる。これは乗組員の一部を、または全部をセンサーやロボット工学テクノロジーで置き換え、陸側の管理センターから制御するものである。半自律船は、例えば、機関室を無人化したもの、完全自律船は完全無人化で100%遠隔制御となる。

船舶の機能の遠隔制御の実装では船陸通信に集中的な要求が発生する。十分な量の情報を陸側オペレーターに伝送し、さらに本船に返送するためには広帯域通信が必要であり、通信システムには高度の信頼性が要求される。通信が途絶すれば船舶制御能力が失われることになる。ネットワーク接続は信号を発信してから相手に届きはじめるまでの遅延の低いものである必要がある。遅延によって要求に対する応答が阻害されれば、航海上の事態に対処する船舶の能力に重大な影響を及ぼす懸念がある。冗長性と多様性によりネットワークの通信性能を確保することが可能である。例えば、複数の通信システムにアクセスを保持することにより相対的可用性を最大化することができる。

## 7.2 自律船

フィンランドのロールスロイス・マリンのイノベーション、エンジニアリング、テクノロジー担当部長である Oskar Levander は実証船として最初の遠隔制御フェリーが5年以内に実現すると確信している。

Levander 氏は、海事産業はシップインテリジェンスが主要技術動向の一つとなる新しい時代の黎明期にあると考えている。シップインテリジェンスは自動化の拡大、「スマート」制御、運航最適化と意思決定支援ツール、機器とシステムの健康管理、予期保守計画のような進歩を牽引する。

同氏はまた、シップインテリジェンスが遠隔制御と自律航行の開発を牽引すると考えている。

「今日、無人機や無人走行車において多くの研究開発の取り組みが行われており、社会はこれらの革新的ソリューションを受け入れる準備が整いつつある。海運の世界が同じ道をたどるのも時間の問題である。」

Levander 氏によれば、国際基準の制定に先立ってそれぞれの旗国が無人運航を認めることができることから、最初の無人商船は内航船となる公算が高い。限定された海域内で運航し、船主が乗員の人件費に敏感なフェリーが早期導入の最有力候補となるであろう。

各種研究によれば、テクノロジーの最も重要な構成要素はすでに整っているが、実用的な海運界での応用にはまだ開発努力を必要とするようである。

シップインテリジェンスは船舶のセンサーやシステムからのデータを活用し、乗員及船舶運航効率を高めるものであり、次のものが含まれる。

- 状態監視：インテリジェントシステム—自己診断；「スマート」保守計画、遠隔支援、保守ロボット
- 遠隔制御/運航：監視、機械制御、航海及び水先案内；貨物システムの操作
- 意思決定支援：航海(航路決定)；状況認識；衝突回避；安全支援
- 運航最適化：船舶エネルギー最適化；フリート最適化；収益の最適化
- 船内自動化：自動報告；自動係留；完全自律運航

## 8 自律船関連プロジェクト

### 8.1 EU 研究プロジェクトー「MUNIN」

EU は完全無人化または部分無人化の海洋航海ドライバルク船に関するコンセプトを検討、開発する野心的で広範な MUNIN 研究プロジェクトに資金を提供している。MUNIN プロジェクトのパートナーは無人化船に必要とされるシステムや技術に取り組んできた。

「自律」船は全航海または航海の一部を無人化した船舶として構想されている。本船は主として船上に搭載された自動システムに従って航海し、陸側管理センターは遠隔的に運航状況を監視し、必要な事態が発生した際にのみ制御を行う。

3 年間にわたる研究は 2015 年 6 月に完了し、主要な成果、「成果物」、そして結論が 2015 年 8 月に発表された。

プロジェクト総コストは 380 万ユーロ (420 万ドル) であり、うち 290 万ユーロ (320 万ドル) を EU が助成した。8 つの組織・大学等がドイツ、アイスランド、アイルランド、スウェーデン、ノルウェーから参加した。参加機関は自律船の運航上、技術上、そして法的な側面を検討した。自律船橋、自律機関室、陸側管理センター、そして本船と陸側管理センターをつなぐ通信リンクとアーキテクチャについてソリューションが作成され、検証された。MUNIN は無人化船が、有人船と同等以上に安全かつ効率的に自律的に大陸間を航海できるという仮説に基づいており、研究コンソーシアムは次 4 つの主要な仮説について妥当性の証明に取り組んだ。

- 「先進的センサーモジュール」が自律船の航海及び航海計画機能を担保し、陸側管理センターにおける状況認識を担保するように天候及び交通データを感知することができる。
- 必要とされる大洋航海システムは天候及び交通状況に関する既存の航海計画に従って安全かつ効率的に本船を航行することができる。
- 本船の機関は機関室人員による物理的介入なしで 500 時間確実に作動する。
- 陸側管理センターは同時に 6 隻の無人化船を監視、制御する能力を有する。

研究コンソーシアムにより調査され開発された多様なセンサー、制御システムのアレンジメント及び技術は次のものである。

1. 先進センサーモジュール (ASM)
2. 外洋航海システム (DSNS)
3. 遠隔操船支援システム (RMSS)
4. 自律機関監視制御 (AEMC)

5. 機関効率システム(EES)
6. 状態監視(テクニカル状態指標-TCI)
7. 陸側管理センター(SCC)

様々な MUNIN 試作品がドイツの Rostock-Warnemuende のシミュレーターに組み込まれ、試験された。

陸側管理センターは重要であるが、MUNIN のコンセプトは継続的に遠隔制御される船舶ではなく、本質的に自律船である。「スマート」な意思決定は本船側の統合判断により行われる。

共同研究のパートナーはプロジェクトの取りまとめを行っているフラウンフォーヘル研究機構(ドイツ)、マリンテック(ノルウェー)、チャルマー工科大学(スウェーデン)、ヴァイスマル大学(ドイツ)、アプトマール(ノルウェー)、マリンソフト(ドイツ)、マロルカ(アイスランド)、ユニバーシティ・カレッジ・ヨーク(アイルランド)である。コンセプトの実証は Rostock-Warnemuende のヴァイスマル大学海洋シミュレーターセンターで行われた。

## 8.2 DNV GL — 「ReVolt」沿岸航行船コンセプト

DNV GL は同船級協会の戦略研究イノベーションプログラムの下で開発される無人、ゼロ排出沿岸航行船の先見性のある提案を行った。これは ReVolt コンセプトと呼ばれ、20 分の 1 スケール模型を使ってノルウェーでテスト段階に達した。ReVolt は未来の沿岸/短距離商船であり、陸上貨物輸送の海上輸送への切替えを奨励するコスト競争力のある手段として設計された。

無人で陸側管理センターから制御される完全自動化船議論の根拠はコスト節約だけではない。これはより安全な海運手段として提案されている。研究によれば海運事故の 85% は人為的ミスに起因するとされている。

ReVolt はロジスティクスチェーンの一環として構想されている。本船は速力 6 ノットで 100TEU のコンテナを輸送する定期コンテナ輸送を行う。船舶は 3,000kWh の蓄電池群を使用した全バッテリー電気システムを動力とし、推進装置としてポッド型ツインスラストが搭載される。無人航行であることから上部構造物はない。

「DNV GL エンジニアは設計と応用技術を極限まで利用し、海運の安全で持続可能な将来というモットーを維持しつつ、海運業界内に新たに一石を投じたいと考えている」と DNV GL の海運担当上級研究者である Hans Anton Tvette は説明した。実際の建造は幾つかの技術

の成熟を待つことになるかもしれない。しかし、ReVolt の主眼は機器メーカー、造船所、船主が新たなソリューションを考え出すためのインスピレーションを提供することにある。ReVolt の耐航性はわずか 100 海里であることから入港毎にバッテリーを再充電する必要がある。先端技術を駆使した自動着離棧技術の使用により寄港してから貨物の積み降ろしや燃料補給を行い、再び出発するまでの作業を円滑に行うことができる。手作業による固縛作業や貨物の揚げ降ろし作業を省くために完全セル・ガイド付きとなっている。

必要とされるバッテリーパックは非常に高価であり、kWh あたり約 1,000 ドルとなる。しかし、ReVolt は上部構造物や補機を必要とせず貨物スペースが最大化される。運航コストは運航年数を 30 年として、従来型船舶よりも 3,400 万ドル低いと推算されている。

分野横断的な ReVolt プロジェクトは欧州短距離海運航路の現在の要求評価に基づいたものだが、このコンセプトは世界中の沿岸航路に応用することができる。

ReVolt は 1 年間の研究プロジェクトとして立ち上げられ、2014 年に完了した。その後 DNV GL は研究を 3 年間の研究プロジェクトとして継続することを決定し、2015 年第 3 四半期に開始されている。ノルウェー科学技術大学(NTNU)と共同で 20 分の 1 モデルを試験台として自律船のセンサー融合及び衝突回避研究が実施される。本研究プロジェクトはまた陸側バッテリー充電施設と能力の課題も検討する。

### 8.3 ロールスロイス・マリン -自律船プロジェクト

船舶と陸側管理センター間及び船舶間のデータ通信は遠隔操作船や自律船に関する研究にとって主要な開発分野のひとつである。これがフィンランド政府の支援を受けた先進自律水上アプリケーション(AAWA)イニシアティブの基本要素を構築している。

フィンランド技術革新開発機関 TEKES が出資する AAWA は無人(自律)船を現実のものとするために対処する必要がある経済的、社会的、法律上、規制上及び技術上の要素を探る共同プロジェクトである。2015 年から 2017 年の 3 年間にわたり 660 万ユーロ(730 万ドル)の予算を投じる本プロジェクトは研究を実証するためのソリューションへの道を切り開こうとしている。

AAWA には主としてフィンランドの大学、研究機関、船舶設計者、機器メーカー、技術スペシャリストが参画している。プロジェクトは船用機器技術においてフィンランドにおける存在感の高いロールスロイス・マリンが取りまとめる。ロールスロイスは将来の海事技術の R&D を担当し、現状を打破するイノベーションに注力している Blue Ocean Team が作業を担う。

2015年9月に通信衛星機関であるインマルサットが AAWA への参加を発表した。インマルサットの役割は遠隔船舶制御能力に不可欠な衛星通信リンクとプラットフォームを提供することである。

インマルサットの Fleet Xpress サービスが AAWA プロジェクトで採用されるシステムの基盤となる。Fleet Xpress はインマルサットの Global Xpress と Lバンド通信衛星配列を介して提供され、世界初のハイブリッド Ka/Lバンド移動式衛星通信システムとなる。

インマルサットは「Fleet Xpress は自律船の実現に根源的な遠隔制御機能を支援するために必要とされる船陸通信を可能にする。高性能、大容量ネットワークは海上通信の運用と今日のそして将来の「スマート SHIPPING」に向けてのリアルタイムの監視とデータ解析に無限の可能性を開く」としている。

#### 8.4 Eco Marine Power — 「Aquarius USV」

日本のエコマリンパワー社は測量、監視、沿岸国境警備、海洋データ収集、環境監視といった「軽量級」作業用の無人水上船(USV) Aquarius の試作品を開発している。喫水が浅く、船高が低いことから、都心部の水路、河川、湖のような制約のある水域での運航に適している。

Aquarius は KEI 3240 プラットフォームと実績のあるシステムアーキテクチャを利用した小型低出力マリンコンピューターシステムを搭載している。Aquarius はまた同社が開発した水線上下からデータを収集する幾つかのユニークなセンサー含むセンサーパックを搭載する。データは本船上に保管することもできれば、自動データ転送及び報告を含む Wi-Fi 通信、携帯電話、衛星通信経由で陸側に送ることもできる。

Aquarius USV はマリンソーラーパワーを動力とする。船上搭載バッテリーはソーラーパネル列から再充電することもできれば、急速バッテリー充電技術を使って外部電源(陸側または本船上の)から再充電することもできる。

#### 8.5 シーメンス — 「未来の船舶」

シーメンス・ノルウェーはシーメンスグループの広範な製品ラインナップからコンセプト船を開発した。船内製品はすべて統合された「有機的(ホリスティック)」単一システム内で連結されている。データ管理・処理とセンシング技術が重要な構成要素である。

「スマート」ソリューションはオーダーメイドの船舶に適しており、全体的なエンジニアリング費用を低減し、信頼性を向上し、構成品数とケーブル配線を減らし、効率を高め、

燃料消費を抑え、保守を簡易化し、環境適性を最適化し、ライフサイクルコストを軽減し、技術的な高度化に対する適合性を高めるように設計されている。

統合された「未来の船舶」ソリューションを作り出すために次の製品及びシステムが組み合わせられた。

- ライフサイクルマネジメント。シーメンス PLM(製品ライフサイクル管理を担当する事業部門)が造船全工程向け生産計画及びシステム統合を支援するソフトウェアを供給する。本ソフトウェアは、船舶技師、デジタル製品のサプライヤー、造船所を含む全てのプロジェクト/契約パートナーが概念設計から船舶の耐用寿命が終わるまで統合的アプローチを採用することを支援するものである。
- 統合自動化。シーメンスが開発した完全統合自動化(TIA)ポータルは全ての自動化プロセスの最適な設計を円滑化する実績のあるエンジニアリングフレームワークである。
- 電気推進。100kW未満から100MWの発電機から推進モーターまでのすべての要素を含むシステム
- 駆動技術。ギア、カップリング、電気モーター、周波数変換器、主推進装置、スラスト、荷役装置、甲板機械に関するもの。
- センサー
- プロセス計装
- 遠隔診断
- フォールトトレラント(耐故障性)自動化システム。シーメンスの SIMATIC S7-400H プログラマブル・コントローラーはデータ集約型のタスクに特に適している。
- その他の製品。陸側電力ネットワークカップリング、Sinteso 防火システム。SiCURE バラスト水処理、Siveillance 警備ソリューション、エネルギー管理システム、OSRAM 船用証明システム等。

## 8.6 JSMEA・ClassNK スマートシップアプリケーションプラットフォーム(SSAP)

日本船用工業会と ClassNK が中心となる SSAP 産業共同プロジェクトはデータベース、データモデル、データ交換及び「スマートシップ」コンセプトの開発に向けて必要とされる標準規格を調査検討するものである。SSAP は様々なソースからの情報の統合を可能にし、プロトタイプシステムを構築・試験するための船内及び船陸間の情報インフラに焦点を当てた。

SSAPには27社のパートナーと9社・団体のオブザーバーが参加し、2012年12月から2015年3月に様々な項目を実施した。4つの主要実施項目は、1)マスターデータベース仕様要件とインターフェース仕様要件の開発、2)マスターデータベースの試作と陸上、船上試験、3)船陸間通信システム仕様の開発、4)他の国際規格に準拠した標準化と、ISOへの標準規格提案策定であった。

マスターデータベースの実船試験は総トン数11,400トンのフェリー「さんふらわあ しれとこ」と5,500dwtタンカー「新旭東丸」で実施された。

### 8.7 現代重工業 — 「コネクティド・スマートシップ」

大手造船事業者は選択的な協業を通して、造船所がデジタル技術を取り込み、運航効率や船舶/フリート管理を向上させる設計を船主に提供することが競争力強化につながると認識しはじめている。

これを目的として、現代重工業(HHI)は「コネクティド・スマートシップ」の設計で米国ベースのコンサルティング会社であるアクセンチュアと協力している。そのコンセプトは広い範囲の船種を横断して応用することができる。

コネクティド・スマートシップでは現代重工業の船載プラットフォームを通して展開されるIoTと陸側から制御されるAccentuate Connected Platforms as a Service (CPaaS)の両方が使用される。スマートシップは現代重工の造船、設計、製造に関する経験とアクセンチュアのデジタルテクノロジーや実行デジタルプロセスのノウハウを融合させて開発される。

「スマートシップ」は幅広いセンサーを組み込み、位置、海流データ、船体ストレス(hull stress)及び動揺、機械装置作動及び状態、貨物状況を含む一連の船舶情報や航海情報を取り込む。データはHHIの船載プラットフォームから衛星を介してアクセンチュア社のCPaaSに基づく陸側監視制御センターに送られる。

CPaaSは航海追跡、遠隔機関監視、船舶情報、港湾との同期化された情報を含む「基本」サービス、また最適航海ガイダンス、状態ベースの保守、予期的船舶診断、燃費分析を含む「上級」サービスの両方をカバーする。

リアルタイムのアナリティクスと過去のフリートデータを用い、データを「見える化」することにより知見が船主に提示され、船主は船舶の動静と状態を監視し、リアルタイムのデータ駆動型的意思決定をすることができる。ネットワークはリアルタイムの警報・警告を提供し、予期保守やより効果的な船舶運航及び運航計画を支援する。

この共同プロジェクトは重工業製品のモノづくり企業(HHI)がデジタル技術とデータアナリティクスを活用することにより、ビジネスモデルをいかに柔軟に改変し得たかを示す例である。ビッグデータとIoTを利用することにより顧客にとっての価値を創出することができる。HHIはモノづくりベースの組織からサービスベースの組織へと移行することによりビジネスを拡大する長期的戦略計画をたてている。リアルタイムでデータを収集し、船舶、港湾、貨物、陸上ロジスティクスを通じてデータ交換することにより、HHIは船舶のライフサイクルを通じて顧客に追加的サービスと収入の流れをつくりだすことができると信じている。

### 8.8 UK MARINE INDUSTRIES ALLIANCE —自律艇規則

自律・無人化船舶はすでに石油ガス産業においてサブシーポジショニング、測量、環境監視、海洋学データ収集の目的で使用されている。防衛部門では射撃訓練や機雷除去のような任務に使用されている。自律/無人化船の数もサイズも小さいが、技術的には進歩しており、SOLAS適用船のサイズにスケールアップすることが可能である。

これまでの船用自律システム(MAS)船の運用実績により実用上、経済上、科学上、防衛上大きな利益があることがわかってきた。UK Marine Industries Allianceは世界のすべての海事ゾーンにおける船用自律システムの運用に関する問題を洗い出す目的でMAS規制作業部会を組織した。同作業部会はUKやその他の国により、また海事規制の責任を持つ国際機関によりも採用されうる規制の枠組を策定する。

### 8.9 英・仏無人艦船プロジェクト

UK企業であるPortchester (Portsmouth)のAutonomous Services Vehicles (ASV) Ltd.は一連の小型無人艇(USV)を軍用及び商用に開発した。既存の試作艇の1つはC-Sweep設計として知られており、無人で長耐航性の機雷除去ミッションを行う能力がある。

2015年9月にASV Ltdは英国とフランスの防衛省向けに初めての實用可能な無人対機雷システムを開発、供給する契約を受注した。これはASV Halcyon多機能無人艇に基づくものとなる。Halcyon/C-Sweepコンセプトは2014年に英国防衛省により実証された。

UKとフランス主管庁は自律船を技術開発の主要分野と考えている。新プロジェクトでASV Ltd.はThales-BAE産業コンソーシアムの一部として参加している。計画されている新しい無人対機雷船及びシステムは2017年に建造段階に達する見込みである。

## 9 技術的及び戦略的課題

### 9.1 ビッグデータ本格到来の時代を見据えて

船級協会 DNV GL はビッグデータに関連する複数の課題をハイライトした。設計要求、運用手段、新たな標準規格により以下の課題に対処する必要がある。

- 「データスワンピング」：船舶及びフリートから圧倒的な量の生データが潮のごとく押し寄せる可能性があり、通信能力と保存容量を効率的に使うためのスマートな前処理とデータ圧縮スキームが必要とされる。
- データ保存：生データを本船側で保存するか、それとも陸側で保存するか。本船上に複数のデータ収集ポイントを置くべきか、それともデータ一括収集設備に一本化するべきか。陸側データセンターの設計と機能性はどのようなものであるべきか、といった問題を解決する必要がある。また、中期的データ保存・検索と長期的データ保存・検索に必要とされるソリューションが異なることもありうる。
- データ解析：新しいデータ駆動型運用の多くは高度なデータ解析手法を必要とする。いかようにも解釈しうる大量の生データを自動化または運航上の意思決定に適したコンパクトで有益なデータに変換する必要がある。
- データの質：データの整合性と正確性を確保しなければならない。データの質はセンサーの精度、インターフェースの互換性、通信瞬断によるデータ損失、人による不正確又は不正な介入を含む様々な要因に影響される。
- サイバーセキュリティとデータアクセス管理：権限のないユーザー、通信傍受、データ改竄、サイバー攻撃等からデータを保護することは最も重要な問題であり、大きな課題である。航海システムやエンジン制御系のような船舶の機能に対するサイバー攻撃は現実的な脅威である。英国の Greenwich Maritime Institute の研究は Wi-Fi 及び WiMAX ネットワークの導入が遅れている主因のひとつとして港湾のサイバーセキュリティの問題があると指摘している。陸側解析センターと船舶の両方について、適正なアクセス管理とセキュリティ体制及びシステムを担保する必要がある。

特に通信システムに関して、新たな規則、規定、標準規格によりビッグデータが提示する問題の多くを緩和することが可能である。現時点では「船舶の接続性」(シップ・コネクティビティ)に関する標準規格が全般的に欠如している。

複雑な機関系統からのデータ解析において相当な技術的課題が発生する。データ量が多ければ多いほど、そして関連する可変要素が多ければ多いほど解析作業の難度が高まる。診

断、解析、予測手法は広範な時間的パターンと燃料・潤滑剤の変化の影響の微妙な差を検知できる精度の高いものである必要がある。

ロイズ船級協会は非技術系の課題を次のように指摘している。「ビッグデータにはデータだけでなくデータに適用される解析・予測手法も含まれる。これらの手法は予防保守の場合のように、決定的かつセキュリティに関連する影響を及ぼすことから、データ認証を処理チェーン全体の認証で補完する必要がある。このシナリオでは、複数のビッグデータソースに基づく推論から引き出された目に見えない情報(例えば複数のソースからのデータ解析から得られた情報)という点で、アカウントビリティとデータの所有権という問題が発生する。」

ABS 会長兼 CEO の Christopher J. Wiernicki は次のように述べている。

「将来の意思決定に真に技術経済的(テクノエコノミック)なアプローチを採用するために海事産業はビッグデータをよりよく理解し活用する必要がある。これは将来の規制、技術の進歩、そして『未来の船級』(Class of Future)を連結する触媒となる。ビッグデータは安全で効率の高い産業を促進する高度な意思決定、洞察力に富んだ発見、プロセスの最適化を規制機関、船主、船級協会に提供する。」

船級業務に対するビッグデータ駆動型アプローチにより海事産業に多くの革命的な可能性が開かれる。その中核にはインテリジェントシステムを通して情報を有効利用することによりリアルタイムの情報モニタリングが可能になり、船級協会が情報の持つ価値を十分に解き放ち、確かな情報によるリスクベースのプロセスにシフトすることを可能にする。ビッグデータ活用は適切な人に、適切な場所で、適切な時に情報を提供し、より確実に情報を得た上で意思決定を可能にすることを最終目的としている。

「これは、本質的にデータや情報の問題ではなく、データや情報の利用方法を最も良く知るために我々が提供できる知識、つまりイノベーション、創造性、良識の問題なのだ。新世代の技術を率いる者はビッグデータ環境で異なる考え方をする必要があり。すべてのステークホルダーの間で情報が十分に行き渡り、すべてのステークホルダーが最新の情報を全て認識するコンバージェンス型の考え方を受入れ、エンジニアリングの観点から技術的な実行可能性を考えるだけでなく、採算性や我々が住む世界において社会的に望ましいかどうかとも評価する必要がある。」

クラークソン・リサーチ・サービス会長、Martin Stopford は次のように語っている。

「エンジニアリングの領域では、ディーゼルエンジンが理論的エネルギー変換の天井に近づいており、30年間にわたって効率はほとんど改善されていない。たとえば、60,000dwtドライバルク船の燃料消費量は1980年代末からずっと一日30〜32トン前後である。」

「最近のエコシップは燃料消費量を日量28トンとしているが、これは効率が根本的に向上したというよりは(先に)燃料価格が上昇したことを受けての微調整によるものである。船舶設計は依然として大型化に向かっているが、サイズが拡大する度にスケールメリットは減少する。」

「しかし、(化石燃料のコスト、排出量規制、年間100億トンを超える海上輸送から発生するカーボンフットプリントの50%削減を達成するというIMOの公約、そして社会の期待から)引き続き容赦のない燃費向上圧力がかかる。」

「それゆえに、将来、業界はより良い方法を見つける必要があり、技術の最善の「手札」はデジタル革命である。」

最新のデジタル技術を実装するための提案戦略は「一歩ずつ」である。3つの柱を次にあげる。

1. インターフェースの標準化：システムが連携し、「プラグイン」コンポーネントや「プラグイン」電子機器の使用を可能にするために業界横断的な標準化が必要不可欠である。
2. 作業の自動化：互換性のある船陸間通信システムにおいて航海、船内作業、管理(アドミニストレーション)作業を自動化する。重要な点は容量とデータ転送速度であり、これは日々向上している。
3. 解析の一元化：陸上(クラウド)でデータを一元管理し、時間をかけて主要性能評価指標(KPI)を特定し、解析し、必要な場合は是正処置として人による介入を実施し、フリート横断的に比較解析を提供する。

これらの「スマート」デジタルシステムを組み入れるためには、ソフトウェアの開発を委託し、ITスペシャリストに実装を任せるよりもはるかに多くのことを必要とする。

「フリート管理の組織構造を再検討することが必要である。最大の問題のひとつは、30年にわたって比較的似通った船舶を建造し、国外に船籍を移し、コストを徹底的に削ってきた結果、技術者が不足していることである。」

「50年そこそこ前と違って、技術的な知識を有する技術部門、技術部長、又は技術主任を抱えている海運会社は稀である。船員の問題も同様に悲観的である...昨今の多くのCEOは今後10年間にきちんとした資格を持つ職能者を確保するという課題に頭を悩ませている。陸側の魅力的な機会を目の前にした、又は競合他社に高い給与を提示された社員を引き止めておくことも頭の痛い問題である。今日の海運業においてこれは優先事項の上位を占めている。」

このような人材不足の問題にとって自動化システムが持つ重要性は、自動化システムにおいては専門ノウハウの大部分が個人ではなくシステムにより保持されていることにある。自動監視により航海上の問題と同じくらい効果的に機関室の問題の発生を防ぐことができる。

メインオフィスまたは自社ネットワークに配置され、データ報告システムをモニターし、有能ではあるが経験の浅い乗組員と共に作業する熟練フリート支援チームを育成することにより、問題の解決を担保することが今後の有るべき形である。「そのためには職員が船と陸の壁を超えてチームとして働くカルチャーが必要である。」

## 9.2 熟練人材の必要性

海運業界と関連産業部門のいくつかはデジタル革命とモノのインターネット (IoT) の意義に気づくのが遅かった。これはデータ関連分野の熟練人材が不足していることに顕著に表れている。

海運及び関連産業におけるデータテクニシャンは収集された大量の情報に知見を提供し、データを運用上及び戦略上有益な決定に変えることができる経験とスキルを持たなければならない。

必要であれば、海事部門はデジタル技術の利用と統合で先行する他産業からスキルのある人材を呼び込む努力をしなければならない。将来、海運会社やその他の海事産業分野の会社は今後5-10年に技術を推し進めるために必要とされる若い職能者にとってエキサイティングなビジョンを作り出すことに注力する必要がある。

Wartsila Corporation はデータ革命のために新しい種類のスキルが必要であることを認めている。従来型の技術スキルは依然として有効であるが、解析スキルの必要性が高まっている。船舶の動静と機器装置システム全体を総合的に捉えることができ、異なるシステム間のしばしば複雑な関係を理解することのできる人材の需要も高まっている。

単一の機械ではなくシステム全体の問題解決を行う能力を有する人材がますます必要となっている。これらのシステムエンジニアは単独でシステム全体を修正し、また専門的支援が必要かどうかを特定する能力を持たなければならない。新しいモバイル技術と「仮想エンジニアリング」を使って、現場エンジニアは陸側のシステム、データベース、そしてスペシャリストに24時間体制で繋がるのが可能である。これによりサービスエンジニアは蓄積されたデータと知識をすぐに利用することができる。

シーメンスは機器ノウハウとユーザーノウハウ(ドメインノウハウ)の両方を兼ね備えた人材が将来最も強い立場に立つことが確実であると考えている。このような人材は、例えば、あるタイプの機械がどのように作動するかだけでなく、操作者のプロセスと要求にも通じている。

このような人材がデータ評価のアルゴリズムを作成することができれば、エネルギー節約、環境により優しい運航、コスト低減、プロセス加速、そしてより信頼性の高い装置という形で、顧客に現実的な付加価値を提供することができる。

### 9.3 サイバーセキュリティ問題

データの悪用、データへの不正アクセス、その他のデータ犯罪は新たな問題となっている。オープンネスと相互運用性のニーズにデータ保護と全体的なサイバーセキュリティの確保をもって対処することが必要不可欠である。

船上及び陸側システムにより生成されたデータは産業スパイ、妨害工作、海賊行為、テロリズム、電子戦争のリスクに対して堅牢でなければならない。海事産業のデジタル化が規模と重要性の点で拡大するにつれ、これらのリスクは否応なく拡大する。

バルチラやGEのような企業はすでにサイバーセキュリティに多額の投資を行っている。政策立案者は重要な役割を果たすが、自社が提供する製品とサービスで最高レベルのサイバーセキュリティを確保するのはデジタルソリューションのデベロッパーやプロバイダーの責務である。海事関連企業はまた拡大するサイバーセキュリティリスクに見合った社内手順と人員訓練を確実にする必要がある。

2015年にBIMCO、ICS(国際海運会議所)、Intertanko、Intercargoは海運業界が直面する主要なサイバーセキュリティ問題に対処するための標準規格とガイドラインを作成する共同の取り組みを発表した。この動きは急速に技術が変化する時代に海運産業とその個々のプレーヤーを守るために戦略的、協調的、持続的取り組みが必要であることを反映したものであった。

物理的及び資産セキュリティと同様に、海運オペレーター等は組織情報を保護し、特定のオペレーションを補完するための個々の必要性に応じたサイバーセキュリティに対するソリューションを必要とする。

欧州ネットワーク情報セキュリティ庁(ENISA)は 2014 年 11 月にサイバー危機に関する比較研究を発表し、管理慣行、訓練、民間及び公共組織間の情報共有と連携に関する主要な提案を行った。

## 10 まとめ

ビッグデータは機械及び業務、環境を監視計測するセンサー等の急増により発生する急激なデータの成長を指す。従来のツールを使って処理することが困難な大容量、高速、多様なデータで構成されている。

ビッグデータとデータ革命は海事分野ユーザーに多くの新しい高度な運用を可能にする。これには、先進的な状態監視やエネルギー効率向上システム、海運を「スマート」化しコスト効率を高めるレベルの自律性と「インテリジェンス」が含まれ、ビジネス・インテリジェンス、ロジスティクス、投資決定の策定に関して恩恵をもたらす可能性がある。海運、機器、設計、造船分野全体を通じてビジネスプロセス最適化のツールとしてこれを利用すべきである。

IT 専門家は膨大な量のデータの処理を主要な問題とは考えていない。むしろ重要な課題はデータを有効な情報に変えることにある。データの主たる用途は今日までパフォーマンス管理や「インテリジェント」保守スキームであったが、海事産業はやっとデータの高い潜在能力を理解し、行動し始めた。

船用機械装置サプライヤーにとって、船陸間のリアルタイム運航データ通信を利用することにより、保守スキームの向上や生涯サポートサービスの向上、また製品を改善や開発の機会が開かれる。このような船陸間データ交換は造船所と船級協会にも新たな機会を提供する可能性がある。

資産データと完全性(インテグリティ)データは組織が将来の潜在リスクを特定し、それを緩和し、機器故障を予測し、不具合発生時期を予測し、先手を打って機器保守を行うことを可能にする。新しい資産の設計、建造にフィードバックするための教訓を提供し、新たな作業手順に知見を提供し、生産を最適化する。

ビッグデータの問題が対処され、克服されるに従って、収集され使用されるデータの複雑さと量の結果、「保守を考慮した設計」コンセプトと同様に「データを考慮した設計」が共通のテーマとなると予想されている。

拡大するデータ利用と解析のオペレーション上の運用の全てに共通しているのは、これらが船舶からの動静データの定期的送信、すなわち「船舶のインターネットへの接続性」に依存することである。船陸通信性能が向上すれば解像度向上やデータ通信の高速化に基づいて、精度が高く高度な解析アルゴリズムを使って、性能最適化やエネルギー効率最適化に関するもののようなさらに高度で精度の高いサービスの提供が可能になる。

データ通信の信頼性向上と大容量化は情報フローに関連した運用を可能にすると同時に、陸側から船舶の機能を遠隔制御する可能性も開かれる。

他の産業とくらべて海事産業は概してデータ革命の将来性を見据えて行動するのに遅れを取っている。しかし、多くの主要で有力なプレーヤーが新しい課題を受入れている。積極的なアプローチの例は、「スマート」自律船に関する多様な調査研究とプロジェクトと付加製造に関する取り組みである。

船舶のインターネットへの接続性(ship connectivity)とのからみでは、標準規格を制定する規制機関はシステムと機器の可用性と信頼性を担保するための要求と標準を定義し、サービスアーキテクチャとインターフェースを定義しなければならない。

海運部門はビッグデータを活用する能力にとって2つの非常に深刻な課題に直面している。ひとつは海運会社に置ける技術的ノウハウの衰退(人員削減と技術部門の廃止による)であり、もうひとつの関連する問題は、大量のデータを管理し、有益な知見を掘り出し、これを運用上または戦略上の価値に転化することのできる正しいスキルを持った人材の不足である。

ビッグデータの将来の価値は適正な解析ツール、スキル、慣行の受容及び適切な人事と組み合わせた組織的な考え方の改革を通してはじめて実現される。

産業、テクノロジースペシャリスト、研究機関と学術機関の間の連携は新しい「データを中心とした」将来の実現にますます重要になるかもしれない。

## 主要参考文献一覽

1. Allianz, Expert Risk article: “How big data will transform shipping”, 2015, [www.agcs.allianz.com](http://www.agcs.allianz.com)
2. BMT Group (British Maritime Technology), Focus magazine, Issue 1: “The SMART way to Manage Vessel Performance”, June 2015, [www.bmt.org](http://www.bmt.org)
3. Clarkson Research Services, Naval Architect magazine article: “From Eco Ships to Smart Shipping”, January 2015, [www.rina.org.uk](http://www.rina.org.uk)
4. DNV GL, Overview “Ship Connectivity”, 2015, [www.dnvgl.org](http://www.dnvgl.org)
5. DNV GL, Strategic Research & Innovation paper 4 of 2014: “Big Data--the new data reality and industry impact”, 2014, [www.dnvgl.org](http://www.dnvgl.org)
6. EU MUNIN Research Project, MUNIN Unmanned Ship Research Project, 2014, [www.unmanned-ship.org](http://www.unmanned-ship.org)
7. Fathom Shipping Ship Efficiency, The Insight magazine: “The Big Data Revolution”, March/April 2014, [www.fathommaritimeintelligence.com](http://www.fathommaritimeintelligence.com)
8. Future Nautics, Articles: “Too Big to Nail?”(January 2015); “A Mine of Information” (August 2015); “Big Data and the new IT” (August 2015), January/August 2015, [www.futurenautics.com](http://www.futurenautics.com)
9. GE Marine, (a) White Paper: Marine’s Digital Revolution/Digital Solutions: the future of the Marine Industry, (b) News release (29 September 2015): The Future of Marine: the Power of Data, October 2015, [www.gepowerconversion.com](http://www.gepowerconversion.com)
10. IMarEST, Magazine “Marine Professional” article: “An Age of Algorithms”, February 2015, [www.imarest.org](http://www.imarest.org)
11. Lloyd’s Register, “Global Marine Technology Trends 2030”, 7 September 2015, [www.lr.org](http://www.lr.org)
12. Lloyd’s Register, White Paper: “Asset Management: From Data to Decision”, June 2015, [www.lr.org](http://www.lr.org)
13. Lloyd’s Register + University of Southampton, Workshop: “The Impact of Big Data on the Marine Industry”, 21 November 2014, [www.lr.org](http://www.lr.org)
14. Lloyd’s Register Foundation, Foresight Review of Big Data-- “Towards Data-Centric Engineering”, 15 December 2014, [www.lrfoundation.org.uk](http://www.lrfoundation.org.uk)
15. Rolls-Royce, Forbes Magazine: “How Big Data Drives Success at Rolls-Royce”, 1 June 2015, [www.forbes.com](http://www.forbes.com)
16. Rolls-Royce Marine, Rolls-Royce In-Depth magazine: “Smarter Shipping” (Issue No23 of 2014); “Intelligence and the Bridge (Issue No24 of 2015), 2014/2015, [www.rolls-royce.com/news/in-depthmagazine](http://www.rolls-royce.com/news/in-depthmagazine)

17. Siemens, Pictures of the Future: “Why Big Data has to become Smart Data, 2015, [www.siemens.com/innovation](http://www.siemens.com/innovation)
18. Siemens Norway, Creating the Vessel of the Future, 2015, [www.siemens.no/marine](http://www.siemens.no/marine)
19. Wartsila Corporation, Information Bulletin: “Virtual engineering.....”, 29 July 2015, [www.wartsila.com](http://www.wartsila.com)

この報告書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

2015年度 特別調査

海洋開発における将来展望を踏まえた技術・産業戦略に関する調査

～ 海事分野におけるビッグデータ活用の最新動向

2016年（平成28年）1月発行

発行 日本船舶輸出組合

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-12

日本ガス協会ビル3階

TEL 03-6206-1663 FAX 03-3597-7800

JAPAN SHIP CENTRE (JETRO London)

MidCity Place, 71 High Holborn,

London WC1V 6AL, United Kingdom

一般財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂2-10-9 ラウンドクロス赤坂

TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

