

SMART SHIP INITIATIVE 2020

環境への全体最適を狙ったスマートシップ研究会



社団法人 日本船用工業会

近年、地球温暖化、大気汚染など環境問題がクローズアップされ、さまざまところで議論されています。海運に関しても例外ではなくIMO（国際海事機関）において、GHGの削減、NOx等による大気汚染の防止、バラスト水による生態系への影響防止などが検討され、環境対策の強化が進められています。

このような状況を踏まえ、将来の船舶の姿を展望し、今後どのような技術が重要になってくるかを調査検討し、技術開発課題を抽出することを目的に、国土交通省、東京大学はじめ海運、造船、船用工業からの参加を得て、平成22年7月に「環境への全体最適を狙ったスマートシップ研究会（座長：東京大学 末岡教授）」を設け、2年にわたり検討を重ねてまいりましたが、今般、その成果を取り纏めることができました。

本パンフレットの作成にご協力いただきました皆様方に深く感謝を申し上げますとともに、本パンフレットが広く活用され、今後の技術開発の推進につながることを期待しております。

平成24年4月
(社)日本船用工業会

1. SMART SHIP INITIATIVE 2020

(1) スマートシップコンセプト

スマートシップコンセプト Smart Ship Concept for the Future



- 環境に優しいパワーの調達、パワーセーブ、そして需給の平準化を追求。
"Smart Ship" has the function of eco-power supply, demand save and power balance by smart power management.
- 船の状態をモニター、診断/最適化を行って運転制御を行うのが特長。
"Smart Ship" has the function of monitoring, diagnosis, optimization and operation control for achieving the eco-world.

スマートナビゲーション Smart Navigation

より高度なウェザールーティングとスマートコントロールで地球環境に優しい安全な航海を実現。



スマートハイブリッドシステム Smart Hybrid System

複数のパワー源の組み合わせ、無駄のない運転、船内電動化などで環境に優しく高効率なパワープラントを実現。

オンボードスマートグリッド Onboard Smart Grid

船内の情報インフラ構築で、運転状態モニターや最適運転制御を統合的に実現。

技術の例と関連する製品 Example of Core Technology and Related Products

より高度なウェザールーティング(モニタリングとの連携)
Advanced Weather Routing with Monitoring,
Fast ship-shore Satellite Communication & Smart Control



Inmarsat GX

船内状態モニタリングを統合する船内LAN
Onboard LAN for integrating ship performance monitoring



太陽光発電システム
(PV Power Generation)



電動ウインチ



陸電供給システム
(AMP)



バッテリー



電気推進用発電機



軸発電機システム/軸電動機システム
(Shaft Generation System/Shaft Motor System)



ハイブリッド型CRPポッド推進システム

船内電動化、船内電力の需給平準化
More Electric,
More Effective for Power Supply & Demand

太陽光発電、風力発電、LNG燃料電気推進船、未利用エネルギー回収利用等様々なエネルギーソースを対象としたハイブリッドパワーシステム
Hybrid Power System with various kind of powers like LNG fueled plant, waste energy recovery, r-battery operation for renewable energy use, AC/DC distribution, etc.

写真提供： 満潮電機㈱、川崎重工業㈱、大洋電機㈱、寺崎電気産業㈱、新潟原動機㈱、日本無線㈱、三菱重工業㈱、ヤンマー㈱

(解説)

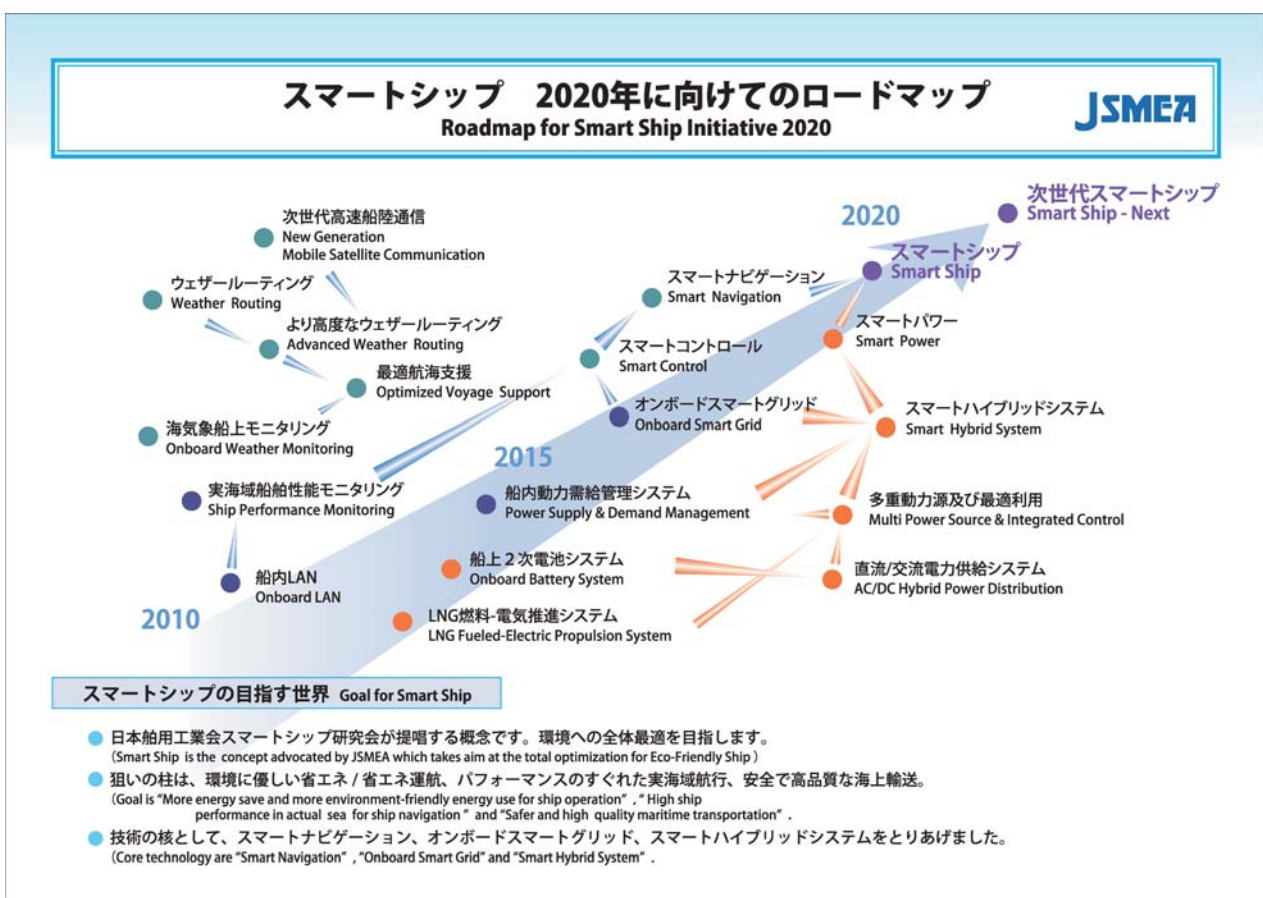
スマートシップのコンセプト図を作成し掲載した。ここではバルカーを例に、太陽光発電・風力発電の再生可能エネルギー利用、LNG 燃料炊き発電機エンジンを装備した電気推進プラント、ハイブリッド型 CRP ボッド推進システム、陸電供給システム、風圧抵抗の小さい居住区構造等を図に織り込んだ。ビジュアルな効果を持たせた上で、スマートシップのコンセプトを説明している。核となるのは、スマートナビゲーション、オンボードスマートグリッド、スマートハイブリッドシステムである。こういった内容が補足説明している。

パネル下半分にはスマートシップを支える技術の例と関連する製品群を掲載した。

今後、船内電動化、船内電力の平準化は環境に優しいパワーの調達、パワーセーブ実現の要となると考え、スマートシップ技術のひとつの方向性を示した。

また、より高度なウェザールーティング、船内情報インフラ、ハイブリッドパワーシステムをとりあげ、織り込んだ。これらの概要はこの後のところでとりあげられる。

(2) スマートシップ 2020 年に向けてのロードマップ



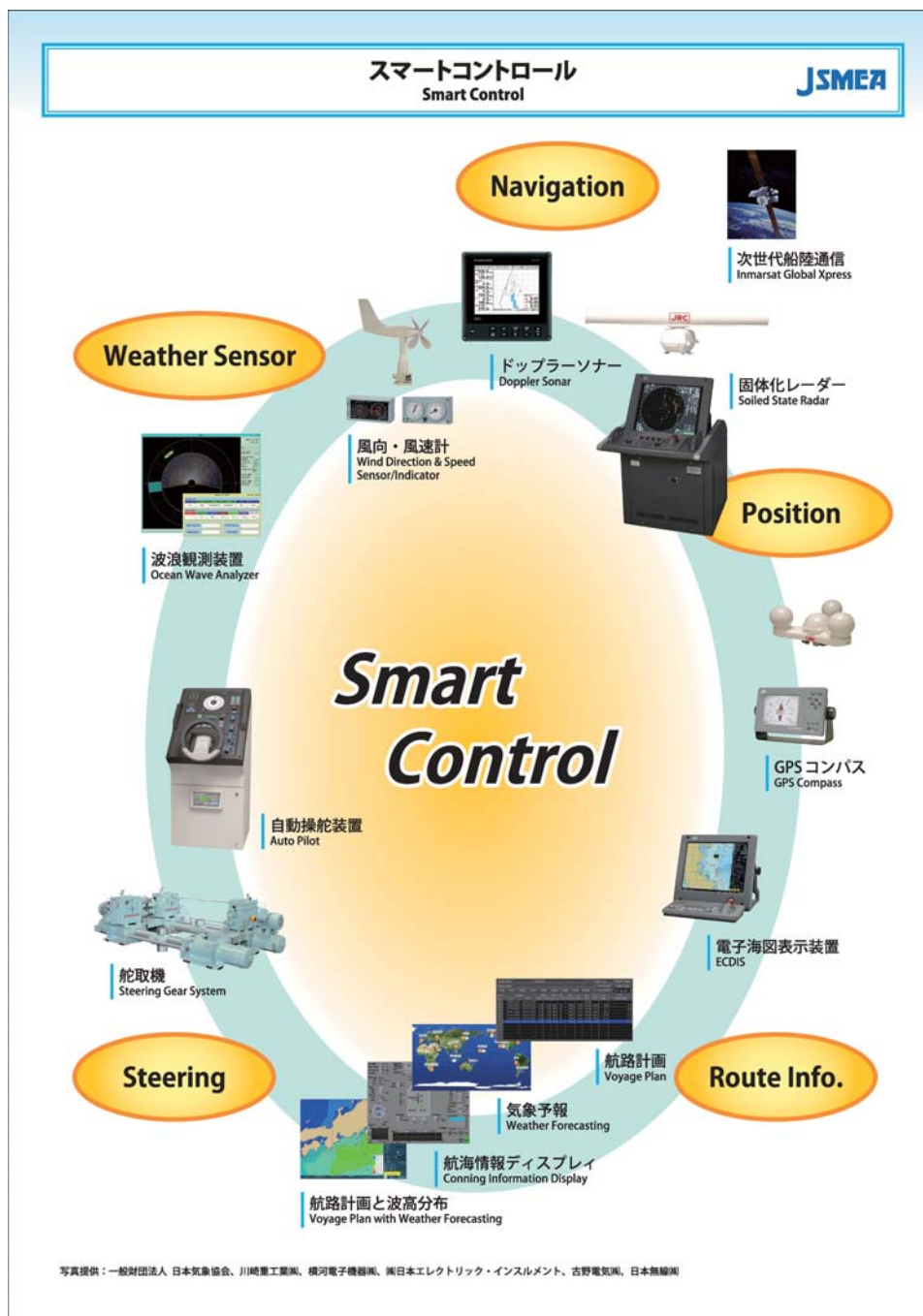
(解説)

国際海運における二酸化炭素(CO₂)の排出規制として、燃費性能を段階的に向上させていく「エネルギー効率設計指数(EEDI)」が適用実施される。2020年からの5年間は削減率15%、2025年からは削減率30%となる。こうした動向に照準を合わせ、まずは2020年に向けてのロードマップを策定した。左上半分は航海系を主対象とした技術開発の流れであり、右下半分は動力系を主対象とした技術開発の流れである。航海系と動力系の情報を統合し、より最適なオペレーションを実現するための核になる技術を左下から右上2020年に向けてのロードマップとして示した。現状の技術レベルで実現可能な船内LAN、さらには船内動力需給管理システム、オンボードスマートグリッドといった船内情報インフラを整備しスマートコントロール、スマートパワーといった機能を持たせることでスマートシップの構築を目指したものである。

下部にスマートシップの目指す世界を概説した。

2. SMART NAVIGATION

(1) スマートコントロール



(解説)

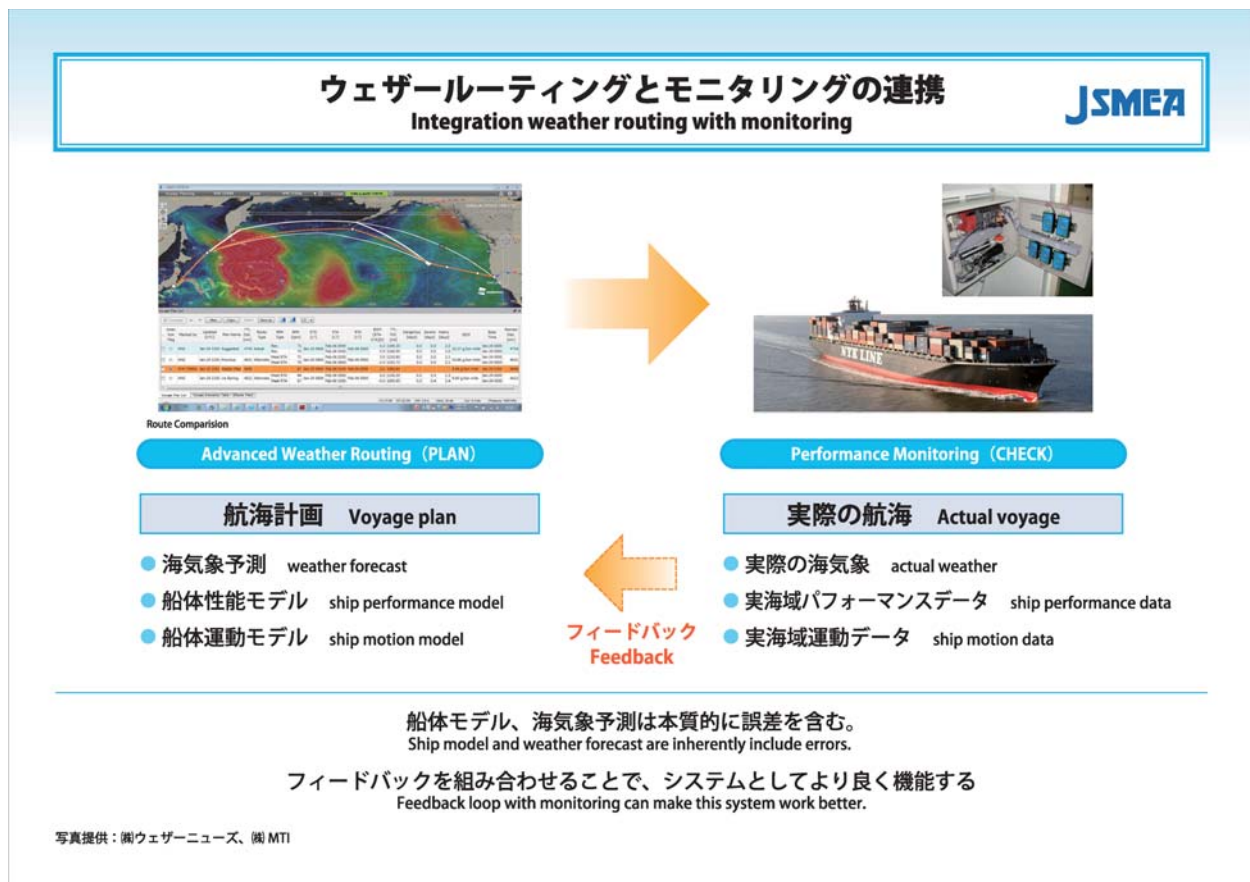
スマートコントロールとは、より高度なウェザールーティングを導入し、安全で効率的な航海を行うために、航海系データだけではなく、動力系データも共有することにより、蓄積したデータを活用し、リアルタイムのデータを反映することで、より最適なオペレーション可能にしたものである。

船長が作成した計画航路を、衛星通信を用いて陸上の管理センターに送信します。管理センター側では気象予測に基づいたウェザールーティングにより最適航路計画を船側に送ります。その際に、膨大な気象予測に用いるデータを船側に送ることにより、船側でも再計算が可能になり、衛星通信が不通の場合も最適航路計算を継続することができます。この作業は高速で大容量のデータのやり取りを、衛星通信を用いて実現できることになったおかげです。

船側では送られてきた最適航路計画を ECDIS にセットし、AUTOPILOT を介して、舵や Azpod を制御することにより船体の動きを最小限にとどめるとともに、動力源を最適効率で使用できる速度を指示することにより、最適な経済的な自動操船が可能です。風向・風速の他に海象に関するデータをウェザルーティングに取り込むことにより、実海域データを取り込んだ最適な航行が実現できます。

また、気象予測データは動力系に送り込むことにより、日照時間から太陽光発電量予測や、海象データとエンジン回転数の関係から出力予測を行うことにより全体最適オペレーションを実現できます。

(2) ウェザルーティングとモニタリングの連携



(解説)

従来の荒天遭遇回避を目的とした安全のためのウェザルーティングと比較して、これからのウェザルーティングには、安全性の他に、定時性、経済性(省エネ)、環境といった複数の要因を考慮した航路及び船速の推薦が求められる。出帆前に、営業部門から要請される到着時間と予測される遭遇海気象を入力として、船の性能及び運動のモデルを利用し、最適な航路選定を行うが、実際に航海が進むにつれて予測された海気象とのずれや、予測された船のスピード・燃費とのずれといった、予実差が発生する。こうした予実差をタイムリーに陸にフィードバックし、船の現状と今後の推薦航路を見直すために、船からのモニタリングデータが活用される。本来、気象予測、船の実海域性能モデル、運動モデルは、統計的なバラつき(エラー)を含むモデルであるが、こうしたモニタリングによるフィードバックと組み合わせることで、フィードバックループが構成され、システムとしての安定性が担保されることになる。

(3) 次世代船陸通信

次世代船陸通信

New Generation Mobile Satellite Communication Inmarsat Global Xpress





- インマルサット第5世代衛星を利用したKaバンド船用高速データ通信システム。
Inmarsat-5 Ka-Band broadband maritime system
- 2013年インド洋衛星運用開始。
Indian Ocean satellite operation start in 2013.
- ベストエフォート型で送信最大5Mbps, 受信最大50Mbpsの速度でデータ通信が可能。
Best effort data communication system
Uplink :5Mbps max, Downlink 50Mbps max
- 3個の衛星で全世界をカバー。
3 geo-stationary satellites
- 船舶衛星端末のアンテナは60cmと1m。容易な装備が可能。
60cm and 1m small antenna maritime terminal for easy installation.
- カバレッジ外や荒天等による通信困難時はFB端末への自動回線接続機能有り。
Unique hybrid network with L-band for out of coverage and heavy rain.
- 常時接続回線であり、スマートシップのためのリモートアクセスが可能となる。
Full time connection enables remote access for smart ship.



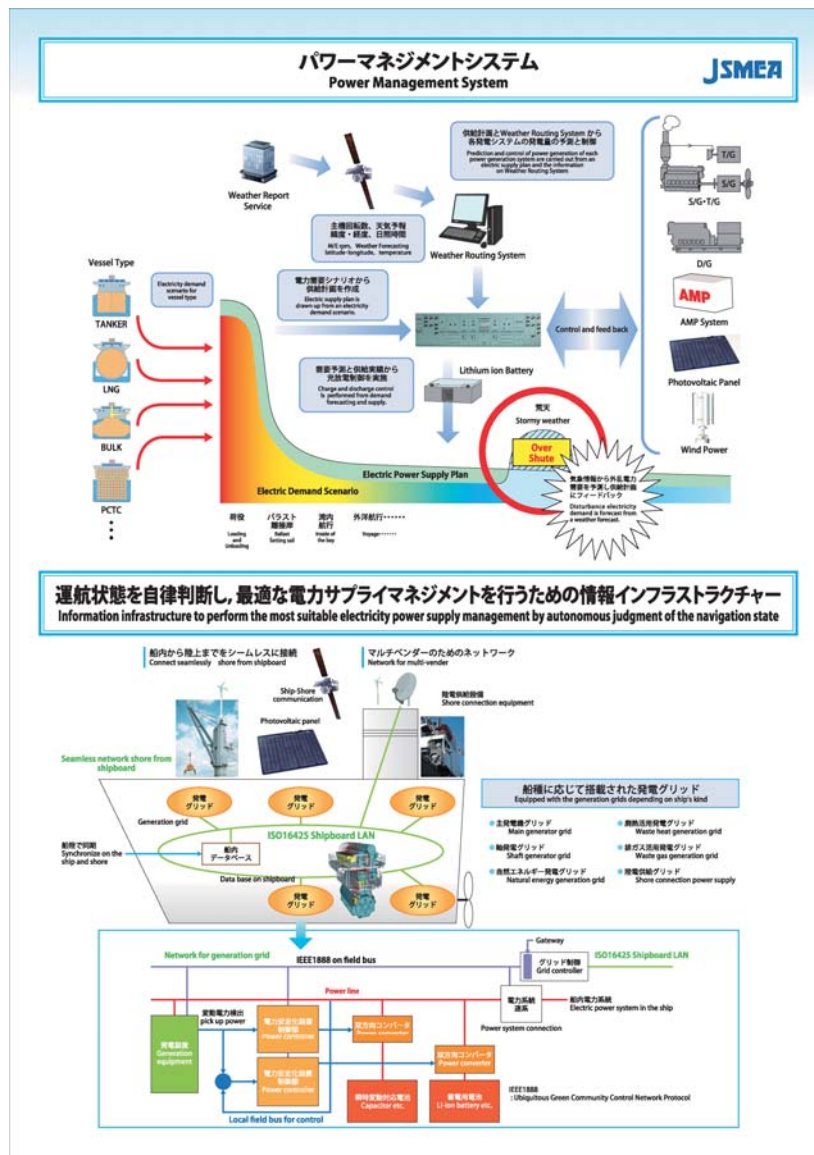
(解説)

Inmarsat Global Xpress は、急速に高まる船舶データ通信の高速化に 대응べく Inmarsat が 2013 年にインド洋上に打ち上げる Inmarsat 第 5 世代衛星 (Inmarsat-5) で運用開始する Ka バンド次世代船陸衛星通信サービスです。第 5 世代衛星は現在稼働している第 4 世代衛星の約 20 倍の能力があり 89 個の固定スポットビーム、6 個の大容量・移動スポットビーム、3 個の静止衛星で全世界をカバーします。通信速度はベストエフォート型ですが送信最大 5Mbps, 受信最大 50Mbps の速度でデータ通信が可能です。陸上ネットワークは世界中に実績のある iDirect 通信網を利用します。常時接続回線でありスマートシップのためのリモートアクセスが可能となり様々な用途の使用に期待されています。

船舶端末のアンテナは直径 60cm と 1m の 2 種類あります。特に 60cm のアンテナは非常に小型であり装備場所を選びません。さらにカバレッジ外や荒天等による通信困難時の対応として Inmarsat FB 端末への自動回線接続機能を有し常時安定した船上通信を提供します。

3. ON BOARD SMART GRID

(1) パワーマネジメントシステム



(解説)

パワーマネジメントシステムは、シナリオとウェザーサービスからによる外乱情報のインプットにより消費電力の需要予測を予測し、効率的な発電グリッドの運用を予測する。シナリオは船型毎に荷役時、バラスト運用時、湾内航行時、通常航行時と時系列に用意されており、ウェザルーティングによる航路情報と気象情報により、供給計画にフィードバック（補正）を行う。また搭載する発電グリッドが天候により供給力に影響する場合、供給力の予測を行い、各発電グリッドに最適な発電量を通知する。

パワーマネジメントシステムを有効に運用するためには、船内及び船陸間の通信は極めて重要である。これらのネットワークは、船内から陸上をシームレスに接続し、船内にあるデータベースを船陸両方で同期できること、ネットワーク仕様がマルチベンダーを対象としていることがその有すべき特性として重要であると考えられる。

船種の特性に応じて船内に設置された各種発電グリッドを接続するための船内 LAN システム (ISO16425)、そして各発電グリッド内の構成機器を接続するためのフィールドバス、この二つのネットワークには国際的に標準化された仕様を適用し、異システム間の相互接続性を高める必要がある。また、グリッド内データのシームレス性を高めるため、フィールドバスのアプリケーション層には web システムとの接続性を高めるためのプロトコルを規定した IEEE1888 仕様を採用することが望ましいと考えられる。

(2) 船内 LAN 研究会 装備指針の ISO 化

船内機器用情報系ネットワークシステム装備指針の現況
Progress of ISO 16425 "Installation guideline for ship communication network
of improving communication for shipboard equipment and system"



- ISO/DIS 16425 の投票 Feb/2012 ~ Jul/2012
Vote of ISO/DIS

- DIS投票のコメントへの回答と規格書の修正 Jul/2012 ~ Oct/2012
The reply to the comment of DIS vote, and correction of standards

- ISO/IS 16425 のISO中央事務局提出 Nov/2012
ISO central secretariat presentation of ISO/IS 16425

Contents

- システムの構成 (Network system architecture)
- データ要件 (Data requirements)
- 管理要件 (Network administration requirements)
- 運用に関わる指針 (Operational guideline)
- 設置要領 (Installation procedure)
- テスト (Testing)

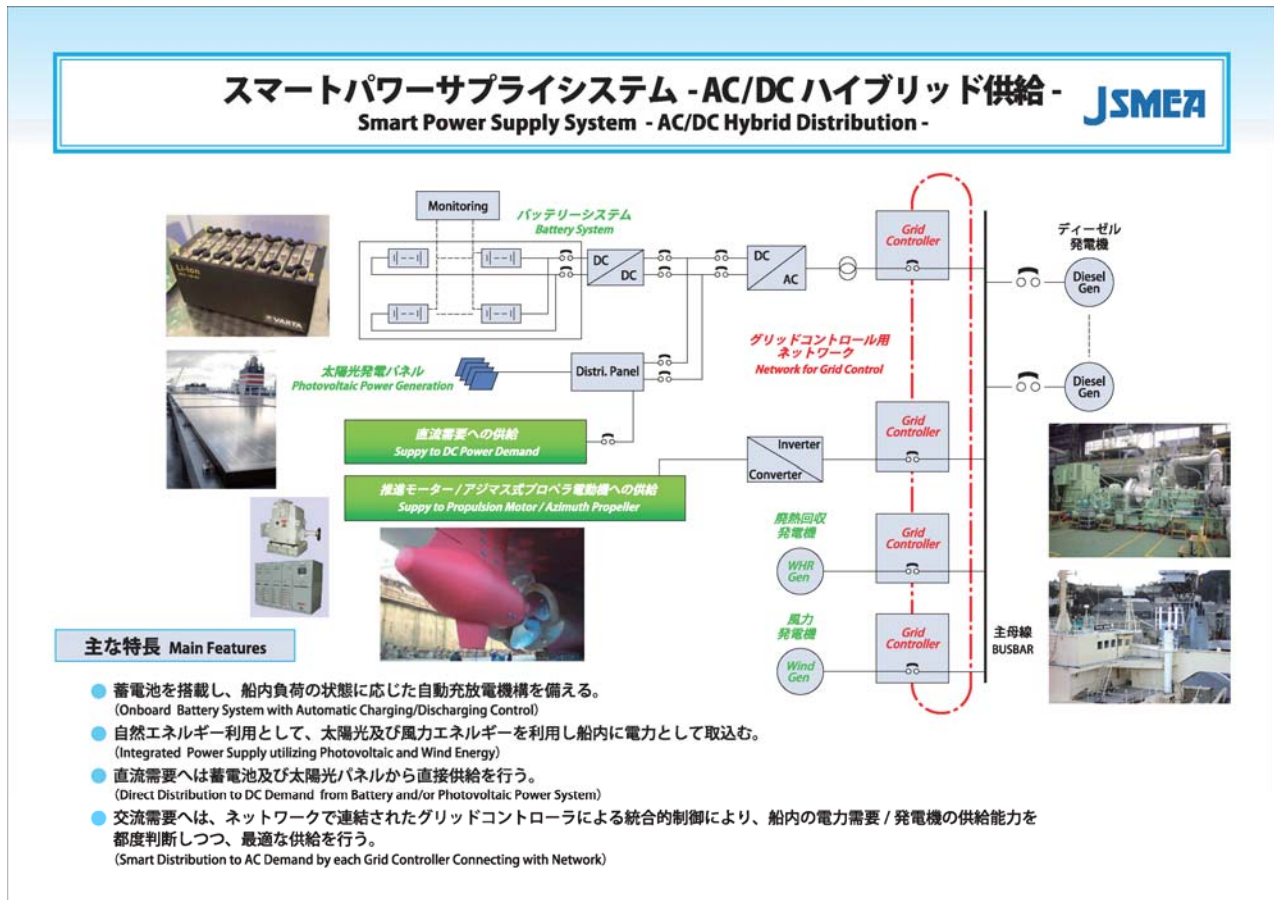
(解説)

日本船用工業会の呼びかけで、2005年7月に約40社が集まり、船内LAN研究会が発足した。その後、船内LAN研究会に参加した企業から6社が集まり、研究会での成果と各社のノウハウをもとに、船内LAN装備指針をISO16425として策定を行っているところである。

主要項目として、5章 システムの構成、6章 データ要件、7章 管理要件、8章 運用に関わる指針、9章 設置要領、10章 テスト と、船内におけるLANシステムの構成、運用、管理、設置に別れており、造船所や管理会社、施工業者がリファレンスとして利用できる内容となっている。

4. SMART HYBRID SYSTEM

(1) スマートパワーサプライシステム



(解説)

船内ネットワークで相互接続されたグリッドコントローラーが各需要系、供給系に装備され状況に応じた最適な運用が成される次世代の給配電システムである。

本システムの大きな特徴として、以下がある。

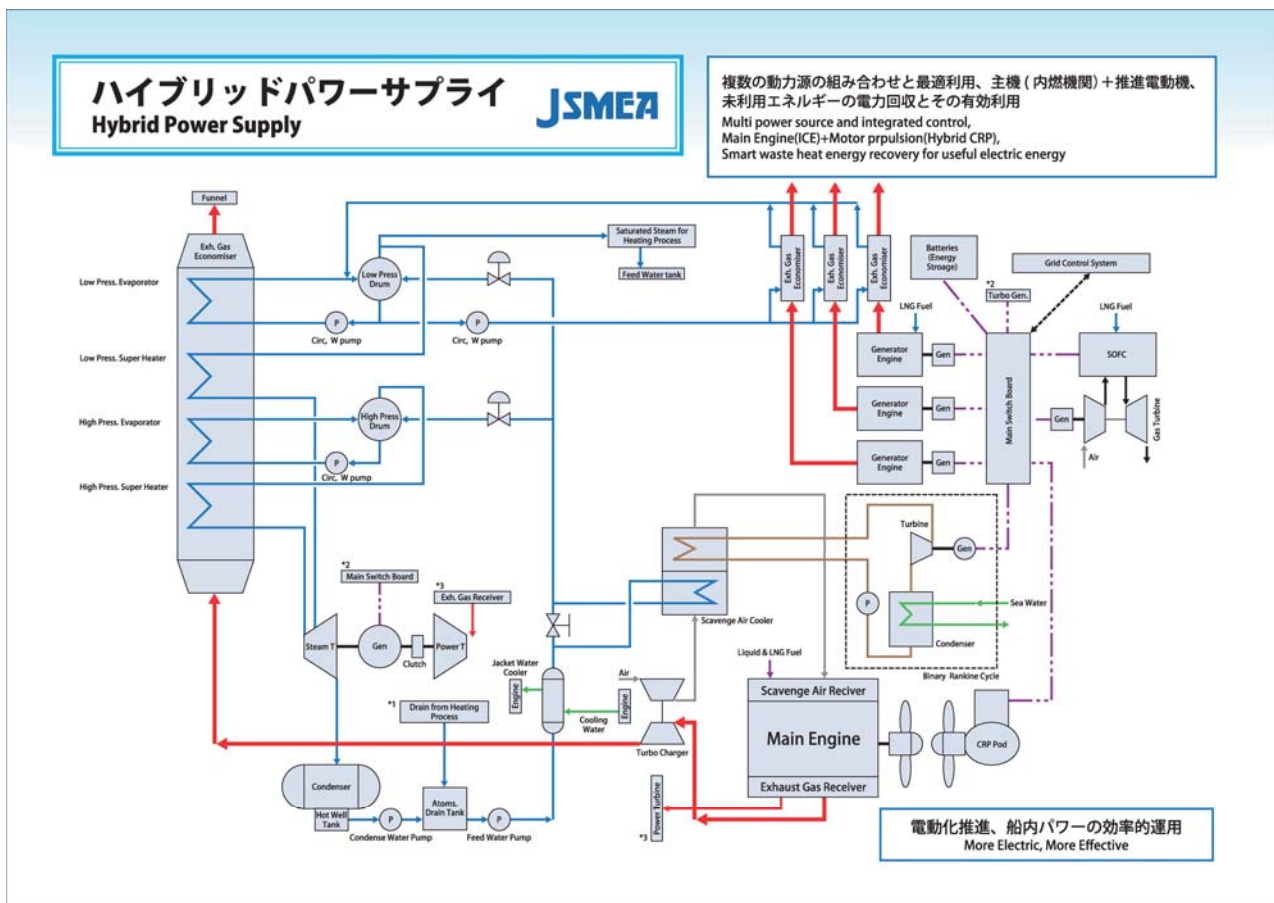
- ① 充放電を自動監視により行える蓄電池を装備している。
- ② 自然エネルギー利用として、「太陽光発電」「風力発電」によって得られたエネルギー（電力）を船内システムに取り込んでいる。
- ③ 太陽光発電などで発生する DC 電源は、船内の DC 需要に直接供給している。
- ④ 主機関などの廃熱回収によるエネルギーを駆動源とした発電機や風力発電機を含め、AC 電源はグリッドコントローラーにより最適な運用がなされる。

上述の通り、太陽光発電によって得た DC 電源は、バッテリーに蓄電しつつ船内における照明などの DC 需要にも用いられる。

バッテリー蓄電としては AC 母線からも供給されるが、逆にバッテリーから AC 母線へバックアップ供給も行い、その運用はグリッドコントローラーにより最適化判断がなされる仕組みとなっている。

これら 2 種類の異なる電源系統を「賢く」運用仕分けるシステムを、「AC/DC Hybrid Distribution」と呼称し、主にこれによって構成される総合的な Power Management システムを「Smart Power Supply System」と定義した上で、将来の船舶における船内エネルギー管理システムをイメージした物がこれである。

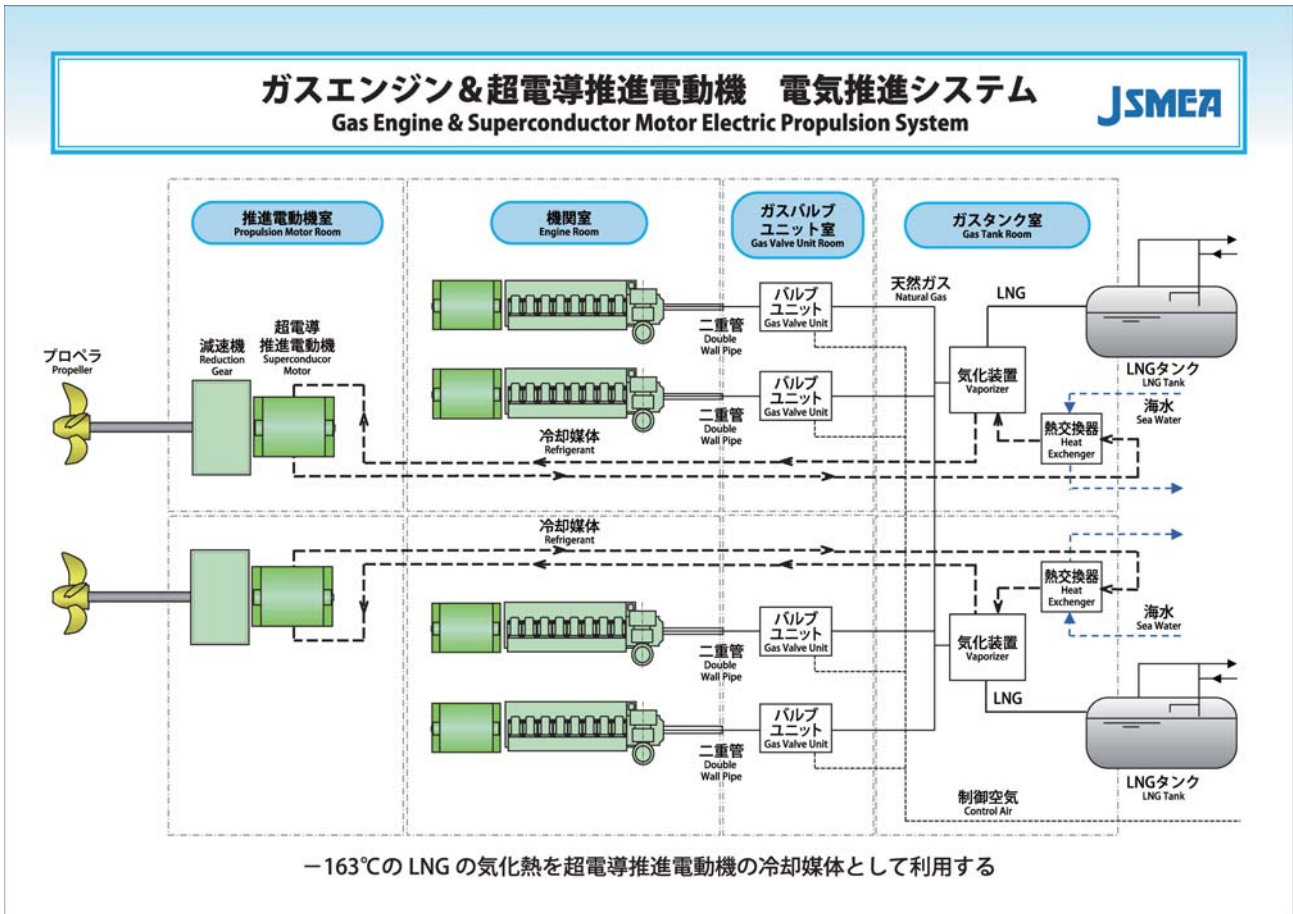
(2) ハイブリッドパワーサプライ



(解説)

- ・天然ガス燃料船で、直結（2 サイクルガスエンジン）+排熱回収発電によるポッド推進器のコンセプトスタディー。
- ・概念的な系統図であるが特徴は以下の通りである。
 - ①メインエンジンの排エコは、よりガス温度を下げて、回収熱量を改善するように二段圧力式としている。
 - ②蒸気圧力については、高圧 0.9MPa、低圧 0.4MPa を想定している。
 - ③蒸気用途は、高圧蒸気は 100%蒸気タービンで電力回収。
低圧蒸気は、熱源としての需要以外の余剰蒸気は、蒸気タービンで電力回収。
 - ④発電機エンジンの排熱回収も採用。現行ルールでは、排エコ毎に 1 台のエコノマイザー設置。
 - ⑤排ガス以外からの熱回収については、メインエンジンの冷却水と掃気空気が考えられる。用途は、ボイラ(排ガスエコノマイザー)の給水加熱用。
 - ⑥掃気空気からの熱回収について、回収効率を上げるため、後段にバイナリー発電装置を入れている。より低温までの熱回収の手段としてバイナリー発電を利用。
 - ⑦排熱回収の蒸気タービンは、真空復水器とした。
 - ⑧ LNGを燃料とした超高効率発電システムである高温型燃料電池とガスタービンの複合発電システムを系統のベースロードとして採用。
未利用エネルギーを賢く電気エネルギーとして回収し有効利用する。⇒More Electric, More Effective コンセプトを実現させる、ハイブリッドパワーサプライ・システムである。

(3) ガスエンジン&超電導推進電動機 電気推進システム



(解説)

- ・天然ガス燃料船で、電気推進（4 サイクルガスエンジン）+超電導モータ+LNG 燃料の冷熱を超電導モータの冷却に使用するシステムのコンセプトスタディー
- ・特徴は以下の通りである。

- ① 推進効率向上のため二軸を採用
- ② 低コスト化のためにインバーターを使用せず CPP を採用
- ③ 推進電動機はその効率向上のために、超電導モータを適用する。
- ④ 設計基準に基づき、機関区画はガスタンク室、ガスバルブユニット室、機関室、推進電動機室に分離される。
- ⑤ 4 ストローク機関であるため燃料供給圧力は 0.5~0.6MPa であり、LNG を気化した後に圧力調整して供給する。
- ⑥ LNG はタンク内で、-163°Cで保管されている。このLNG を気化器にて加熱して気化させると主に常温レベルまで温度を上昇させる。この熱交換した冷熱を超電導モータの冷却に使用する液体窒素の冷却に使用する。
- ⑦ また、気化器の温水は主機の廃熱利用も行なう。

クリーンな LNG を高効率で有効活用する推進システムである。

「環境への全体最適を狙ったスマートシップ研究会」参加企業・団体等

(参加企業五十音順)

- ・(株)アイエイチアイ マリンユナイテッド
- ・アルファ・ラバル・オルボルグ(株)
- ・伊吹工業(株)
- ・渦潮電機(株)
- ・(株)カシワテック
- ・川崎汽船(株)
- ・(株)ササクラ
- ・サノヤス造船(株)
- ・(株)商船三井
- ・(株)シンコー
- ・ダイハツディーゼル(株)
- ・(株)田辺空気機械製作所
- ・寺崎電気産業(株)
- ・ナブテスコ(株)
- ・日本船用エレクトロニクス(株)
- ・日本郵船(株)
- ・日立造船(株)
- ・ポートエンタープライズ(株)
- ・三井造船(株)
- ・三菱重工業(株)
- ・国立大学法人 東京大学
- ・独立行政法人 海上技術安全研究所
- ・一般財団法人 日本船舶技術研究協会
- ・社団法人 日本造船工業会
- ・(株)赤阪鐵工所
- ・イイノマリンサービス(株)
- ・潮冷熱(株)
- ・(株)MTI
- ・かもめプロペラ(株)
- ・川崎重工業(株)
- ・佐世保重工業(株)
- ・JRCS(株)
- ・(株)新来島どっく
- ・大晃機械工業(株)
- ・大洋電機(株)
- ・常石造船(株)
- ・ナカシマプロペラ(株)
- ・新潟原動機(株)
- ・日本無線(株)
- ・阪神内燃機工業(株)
- ・古野電気(株)
- ・ボルカノ(株)
- ・(株)三井造船昭島研究所
- ・ヤンマー(株)
- ・国土交通省 海事局
- ・一般財団法人 日本海事協会
- ・一般社団法人 日本船舶電装協会



(社)日本船用工業会

〒105-0001

東京都港区虎ノ門一丁目13番3号(虎ノ門東洋共同ビル)

電話：03-3502-2041 FAX:03-3591-2206

<http://www.jsmea.or.jp>

Copyright by JSMEA, in Apr.-2012

