「イノベーションが切り拓く
我が国海事産業の進路」

国土交通省海事局長

蒲生　篤実氏

【略歴】

1985 年運輸省入省、2006 年国土交通省自動車交通局保障課長、2007 年同省大臣官房参事官（海事局）、2010 年同省鉄道局幹線鉄道課長、2012 年同省鉄道局総務課長、2014 年同省大臣官房人事課長、2016 年同省大臣官房総括審議官、2017 年より現職。

●はじめに

只今ご紹介にあずかりました国土交通省海事局長の蒲生でございます。私は昨年の７月に海事局長を拝命致しまして、年を越したということもあり、今回こちらのフォーラムの方にお招き頂きまして、「何か話をしろ」というふうに昨年末の 12 月頃に海事センターの方からお話を頂きました。その際、役所の「単なる所管事項説明みたいなものじゃいかんぞ」というようなことを言われましたところ、「やはりイノベーションですかね」と申し上げました。やはり海の世界でも、色々と大きな動きが出てきているのかなと思っておりまして、それは現場に近い皆様方におかれましても、そういった印象をお持ちではないかなと思っております。年を明けるとかなり色んな専門誌等におきまして、今回のテーマ、特に自動運航船という形でのテーマを特集するようなものが随分出ておりましたので、非常に時宜を得たと言いますか、逆に何か私から話すことがあるのかみたいなことも思いながら、自分なりにこの半年以上の間、海事行政に携わる中で考えてきたことなども含めまして、ご説明差し上げたいと思っております。

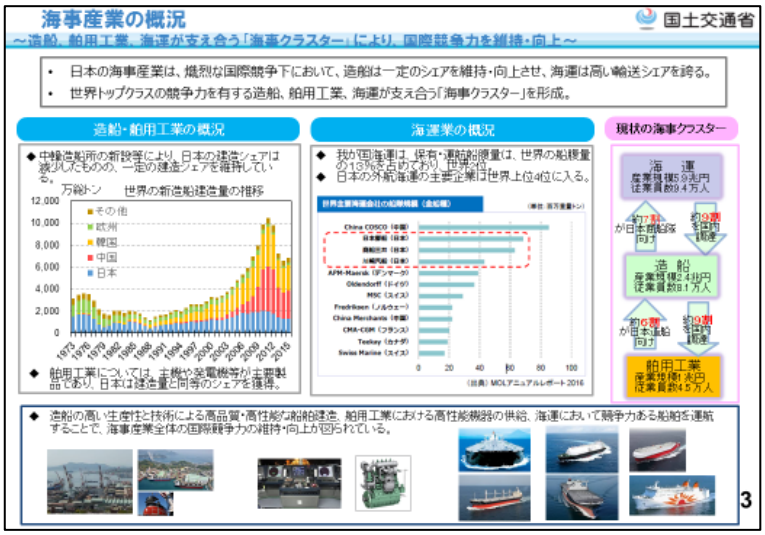
これからパワポという形で、ご説明させていただきますが、資料としては普通のパワーポイントとは若干違っておるかなと。非常に図が多いというか、文字が多いというか、ある意味、ポンチ絵集みたいなものになっておりまして、先ほど会長とも「役所の作る資料はそういうのが多いんだよな」というような話を待合室でさせて頂きましたけども、我々と致しましては、やはり資料自体も将来に残るものでもあるし、皆様にとってもお役に立てばということもありまして、そういう意味で色んなデータ等も盛り込んだり、イメージ図等を盛り込んだりしております。色も非常にたくさん使っておりまして、読みにくいかもしれませんけれども、是非後でお持ち帰りになりまして、お使い頂くことも含めまして、お役立て頂ければと思っております。

私の話の方は、全体的に３つに分かれておりまして、最初に海事産業の概況という形で、よく言われます日本の海事クラスター、そういったものの現在位置をまず確認した上で、その後、そういった海事クラスターをしっかり維持強化していくための、海事生産性革命、イノベーションに繋がる取り組みをしていることをまず行政側としての紹介をさせて頂きたいと思っています。その上で、海事生産性革命の今後の大きな柱となっていく自動運航船に関しまして、大変こちらにはお詳しい方もいらっしゃいますし、私の

後に講師としてお立ちになられます藤田先生などは、陸も海も自動運転等関係に関しましては大変お詳しい方ですので、私としては非常に恥ずかしい部分もありますけども、私として考えている部分等も含めて、その概要とか海外の動向とか国際基準の動向とそれへの対応に関しまして、行政として考えていること、把握していることに関しましてお伝えしたいと思っております。

●我が国海事産業の概況

～造船・舶用工業・海運が支えあう「海事クラスター」～



まず、我が国の現在の海事クラスターの概況でございます。私は、田舎が東北の福島なものですから、海事クラスターとよく名前は聞いているんですけれども、なかなかそれを身をもって感じることは少のうございました。やはり局長になりまして、四国とか瀬戸内海界隈、九州の北部の方に足を運んでみますと、やはり日本の海事産業というのは、まだまだ力があるというか、まだまだ存在感があるということを感じることが多々ございました。やはり日本の西の方は海の国だなあと改めて思います。そういう意味で、こちらにありますように、舶用工業も含め、世界のシェアでいけば中国、韓国の後ではありますが、まだまだしっかり頑張っているということが言えると思います。しかしながら、2017 年におきましては、受注量におきまして中国とか韓国に非常に安値攻勢をかけられまして、非常に厳しい状況であったというのも一方でございます。ただ 20%弱に落ちておりますが、これを何とか伸ばしていきたいというのが現在取り組んでいる i-Shipping の１つの目標でございます。2025 年における世界での建造量のシェアを 30%にしたいというのが我々の目標でございます。

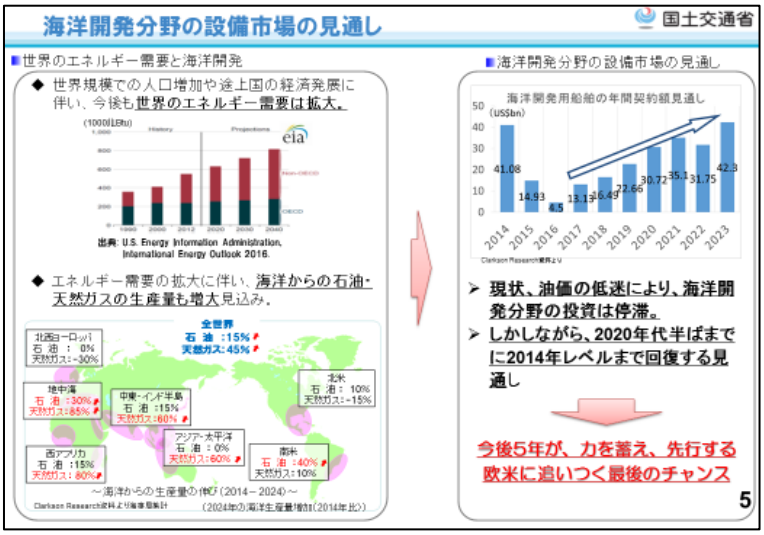
真ん中辺りに海運業の概況という部分がございます。こちらも世界の上位４位までに、日本の邦船３社

が入っているということでございまして、そういった意味で海運につきましても非常に存在感があると思っています。ここには書いておりませんが、日本の物流事業者の売上規模等におきましても、やはり日本郵船グループさんや商船三井さん、そういった会社が１位、２位を占め、３位に日本通運さんが入って、４位に川崎汽船さんが入ってくるというような形で、ヤマトホールディングスさんも５位だということもありまして、売上がある意味１つの指標でもあると考えるならば、海運業に関しましても、世界でも、国内でも名だたるものかなと思っています。こういった形で船腹量も我が国はギリシャに次いで世界で２位ということでございますので、こういった力をしっかり今後伸ばしていけるようにということで、海事行政を進めているところでございます。現状の海事クラスターというのは右の方にございますけども、こういった形でお互いが関係しあって、海事クラスターとしての存在を高めてきているという状況でございます。

次は造船業の方でございます。こちらも地域経済を支える産業ということで、資料の真ん中辺りに入っておりますが、やはり国内生産比率とか地方生産比率、部品国内調達率というのが真ん中の上の方にございますけども、こういったものがしっかり地域に根ざした形で存在しているという意味では、地方創生の時代というふうによく言われますけども、そういった意味でも地域経済を支えるという意味でのこの造船業、舶用工業、そういったものがやはり海事クラスターの１つとして、しっかりとして機能していると思っております。なお、中国、韓国との競争という部分につきましては、これは建造量の推移ということでございます。

～海洋開発分野の整備市場の見通し～

次は海洋開発分野の関係でございますが、こちらに関しましても、世界規模での人口増加や途上国の経



済発展に伴いまして、今後も世界のエネルギー需要は拡大していくだろうということとか、エネルギー需要の拡大に伴いまして、下の方でございますが、石油天然ガスの生産量も増大していくだろうと考えております。そのような中、海洋開発分野におきましては、現在は油価の低迷によりまして海洋開発分野への投資は停滞しておりますけども、2020 年代の半ばまでに 2014 年レベルまで回復する見通しということも出ておりますので、ここ数年が先行する欧米に追い付く絶好のチャンスではないかという問題意識を持って、海事行政を進めているということでございます。

●海事生産性革命

～海事生産性革命の更なる具体化を目指して～

次はそういった中で、海事生産性革命への取組に関しまして、簡単に整理しておるところでございます。国土交通省におきましては、上の方でございますけれど、海事生産性革命のプロジェクトということで、全体で 20 のプロジェクトを省の生産性革命プロジェクトとして選定致しまして、このような 3 つの領域に渡りまして、例えば社会の基盤になるような生産性を高めるプロジェクト、あとは産業別の生産性を高めるプロジェクト、さらに未来型の投資新技術で生産性を高めるプロジェクト、という形で 3 つの分野にカテゴライズ致しまして、計 20 のプロジェクトを一昨年から進めてきておるところでございます。その中で 11 番目のところでございますが、i-Shipping と j-Ocean ということで盛り込まれております。こちらに関しましては産業別の生産性を高めるプロジェクトということで、とりあげられておりますが、国土交通省海事局では、これをいわゆる局の 1 丁目 1 番地の施策ということで取り組んでいるところでございます。

なお、予算などにおきましても、海事局自体、非常に予算額は少のうございますが、所管する独立行政法人の予算を除いた残りの半分近くをi-Shippingやj-Oceanという海事生産性革命に充てるという形で、今回の予算案も作らせて頂いております。なお、後程申し上げます自動運航船に関わるようなものでは、例えば19番の方にも車に関しましてのICT革命ということで、自動運転と社会実装という形での、こちらの方も生産性革命プロジェクトという形で取り上げられているところでございます。国交省の生産性革命への取組は昨年が開始から２年目ということで、いわゆる生産性革命前進の年と銘打って進めてきておりますが、今年は３年目でございますので、生産性革命をさらに深化させるための年というふうに位置付けて取り組んでいくこととなっております。

８頁になりますけれど、海事生産性革命のi-Shippingとj-Oceanという２つの柱に関して、簡単に整理したものでございます。左の方がi-Shippingの部分でございます。右がj-Oceanということで、i-Shippingのiというのは、真ん中左の方にありますように、innovationとかinfomation、IoTとかそういったもののiというのを頂いております。一方でj-Oceanのjというのは、Japanであったりjointであったり、J-Curveということで、iの後はjだろうということもあって、j-Oceanという名前を付けて頂きましたが、iとjという意味で、相乗効果を発揮する上で、非常にいいネーミングだったかなと思っております。i-Shippingに関しましては、ここにありますように一番下の方でございますけれども、いわゆる新造船建造量世界シェア、売上に関しまして、2015年は20%、2.4兆円でありますけれど、2025年は30%、６兆円を目指したいということでございます。

一方で、j-Oceanに関しましては、海洋開発分野の売上高の見込みということで、2010年代、これが3.5兆円でございますけども、2020年代には4.6兆円に伸ばしていきたいということで取り組んでおります。その中身に関しまして９頁目でございますけども、こちらはi-Shippingの方でございますが、i-Shippingに関しましては、いわゆる開発・設計の部分と建造の部分、運航の部分、それぞれの３つのフェーズに関しまして、様々な取組をしております。またこういった取組を支援するための予算措置、例えば補助金等を出すというような形でのメニュー等も用意しているところです。開発・設計・建造・運航、それらを一体のものとして、全体としての日本の海事クラスターの競争力を高めていく、そういった観点からそれらのフェーズについてのメニューを用意し、局を挙げて支援していこうという状況でございます。

ちなみに一番右下の方でございますけれども、こちらにも新たな船舶検査、測度の制度の構築ということで、やはりこういった IoT とかいわゆるデジタル化みたいな流れの中で、行政側も変わる必要があるということで、ビッグデータとかそういったものを活用した形での新たな船舶検査、測度の制度の構築のための検討も進めたいと思っています。また、そういったものを通じて、実際の検査等が合理化されていく。または高度化する船舶等の検査・測度などをしっかりやれるような体制を作ってゆく。そういったものへの取組も行政側としても必要だと思っております。

今、申し上げた海事生産性革命といわゆるデジタライゼーションの関係でございますけども、海事生産性革命に関しましては、非常に多岐に渡った形でやってきておりますけども、一方で社会全体のデジタライゼーションの進捗というものも非常に多岐に渡って進んできているという流れの中で、様々な側面で今まで考え付かなったようなことがどんどん起こっていくと考えられます。そのような中、海事生産性革命も今後本格化するデジタル化の時代を的確に吸収しながら、さらに深化を続けていく必要があるんだろうというふうに思っておりますし、また、その深化の１つの方向性として、自動運航船というものが重要なテーマになっていくんじゃないかなということを、昨今の国内外の状況等も見ながら現在肌身に感じているところでございます。特に、陸の方におけます自動走行、そういったものの流れというものが、非常に海の方に対する影響もあるんではないかということを感じる一方、陸と同じようには考えられないという部分が海の世界にはあると、そういった海の特性等もしっかり把握しながら検討する必要性も痛感しております。要は、自動運航船の技術開発などを通じて我が国の造船業や舶用工業の国際競争力を高め、最終的には、我が国の海事クラスター全体の競争力を高めていくということが大きな方向性でございます。

●自動運航船について

～自動運航船が注目される背景～

次が、自動運航船に関しましての注目される背景ということでございますけども、ここにありますが、左側の方に海難の８割が人為的要因により発生して、また廃船に至る重大事故が世界で 1,642 件発生し

ているというようなことから、やはり「安全性の向上」というのが、自動運航船が注目される１つの背景ではないかと思っています。後でちょっと触れますけども、陸の自動走行の話も「安全性の向上」というのが一番の大きな柱として始まったというふうに我々も認識しております。

特に、陸上の自動走行というものが、一気に社会的に意識され始めたのは、高齢者の方々による重大事故が非常に多発したということがあって、それを減らすためにはどのような技術が使えるのか、これからどんどん高齢者が増えていく、75 歳以上の免許を持っている方の絶対数が急激に増えていく、そういった情勢の中におきまして、どうすれば事故を減らせるのか、特に小さい子供さん達の小学校の登下校の列に突っ込むようなそんな悲惨なケースの報道もかなり続きましたので、そういう中で出てきたのが、やはり衝突被害軽減ブレーキのような技術であったり、または前方の障害物に感知して、減速したり停まるような技術。それはとりもなおさず、自動走行に役立つ技術であったということもあり、そういった安全という観点から、まず自動走行というものを陸でクローズアップされていった。同じようにパラレルに考えたときに、やはりヒューマンエラーに伴うものが、海難でもまだまだたくさんあるという中におきまして、我々海事局として、一番重要なのは、やはり安全で安定な運航、さらに円滑な運航、そういったものを確保することが海事行政上、海運行政上重要じゃないかというのがまず第一でございます。

次に２つ目でございますが、今後世界の海上輸送量の着実な増加に伴いまして、世界の船員需給が逼迫してくるんじゃないかということも言われております。2025 年には 15 万人の船員さんが世界で足りなくなるんじゃないかということも言われておりますし、一方で、日本におきましては、ご承知のように少子高齢化が急速に進んでいくと、そういう大きな人口フレームに変化がある中におきまして、本当に若い人、18 歳人口、20 歳人口というものがどんどん減る中で、若い人を確保できていけるんだろうかと。2060 年においては、現在 7,700 万人の生産年齢人口がいると聞いておりますけども、4,400 万人位まで 40%以上も減少するという中において、人を確保できていけるんだろうかというようなことも１つの問

題意識ではあります。さらには３つ目でございますが、先ほど申し上げましたけども、やはり競争力強化の関係でございます。省エネ性能に続いて日本の造船舶用工業の競争優位分野を確立し、それを通じまして日本の海事クラスター、さらには地方の経済、地方の雇用を守っていくと、そういった繋がりをしっかり作っていきたいということでございます。

一方で、そういった課題以外に、やはり環境が非常に変わってきたということで、その中で特に自動運航船を注目できる環境変化というのが、やはり通信技術環境の改善といった、そういったものがさらに進んでいったということだと思っております。まだまだ陸上に比べますと、料金とか速度の問題などはありますが、一時期に比べますとかなり変わってきたということもありますし、昨年いわゆる通信衛星の中でKa 帯という新しい通信帯域の利用に関しましてのサービスを始めた会社などもあるようでございまして、そういった意味で通信技術環境が大きく変わることによって、いわゆる自動運航、そういったものに関しての情報のやり取り等の環境ができるように整っていくんじゃないかという意味で、いわゆる課題と環境の両者がこの時期に１つの方向性を持って動き出したということだと我々は思っております。

～自動運航船の安全性向上による経済性向上の期待～

次に、自動運航船による安全性の向上等に関する期待ということで、ここにあるように先ほど申し上げたものとほぼ同じでございます。右の方の赤い枠のところは、やはり船というのは、そもそも船自体が財産価値が高いものであるということや、さらに不稼働による損害というものも陸のトラック等に比べても格段にやはり大きいということとか、さらに海洋汚染による第三者への損害などという問題も、やはり海の世界の場合には陸以上にやはり広範囲に大きく影響があるということなども踏まえれば、ここの右下の方にあるように、

やはり今後認知・判断段階等の人間ミスへの対応としまして、自動運航船の操船支援技術、遠隔操船技術の導入により大きな効果が期待できるんじゃないかということとか、あとは機関故障を未然に防ぐ技術、こういったものによりまして、海難・不稼働損失の減少が期待できるんじゃないかなと思っております。なかなか大きい船同士、あんな海の上でよくぶつかるのかなという人もいるんですが、結構そういった事故が非常に多ございます。私も毎日海上保安庁の関係の事故情報等を朝から夜中まで携帯メール等で送られてきておりますので、機関故障等も含めてですが随分あるものだなあと思いますし、そんなことを思っていたらアメリカのイージス船とコンテナ船がぶつかったりとか、色んな事故があるんだなと改めて思っておりますので、そういった事故を減らせるということで大きな意味があるのかなということでこの 13 頁の部分でございます。

～自動運航船の段階的発展～

次に 14 頁でございます。自動運航船の段階的発展という部分でございますけれど、ここにありますように、一番左下が在来船でございまして、IoT の活用船ということで、現在の先進船舶といわれるものの中にはこういったカテゴリーに入るものがもう既に出てきているかなと思います。こちらは判断支援という形で、支援機能がメインということでございますが、これによりましてもいわゆる最適航路を選んだりとか、あとは輻輳海域での衝突の回避とか、機械の IoT 化、それに伴う機器の予防保全みたいなものができるようになってきているということでございます。さらに進んでいくと自動運航船というふうなことで、判断の支援と、自律判断・操作機能なども担うようになるということでございますが、やはり実現に関しましては右の真ん中の方にありますように、技術開発に加えまして、制度・規制等の見直しが必要、さらにはそういったものを社会が受容できるような社会の意識が変わっていくことが必要かと思っております。これに関しては後程申し上げます。

ここの自動運航船の中身というのは、ここにありますように見張りが自動化になったり、あとは遠隔操船ができるようになったり云々という形でかなり自動でやることが増えているということでございますが、やはりなかなか船の場合に関しましては、陸上のドライバーの代わりに自動走行ができるというもの

とはかなり様相を異にするのかなというふうに我々は思っております。そちらに関しても後程申し上げますが、こういう形で段階的に自動運航船が発展していくということでございますが、段階的に発展していく中での、技術の進歩そういったものが社会に実装化されることによって、我々が問題と考えている課題が１つ１つ解決されていく。もしくは次第次第に件数が減っていくということになるのかなというふうに期待しているところでございます。

～自動運航船の具体的な機能や運航システムのイメージ～

次 15 頁ですが、こちらは日本船舶技術研究協会さんの資料を頂いたものでございまして、それぞれの離着桟とか左下の方で船内とか、右上の方に陸上での作業のイメージ、さらにはブリッジでの作業のイメージ、そういったものに関しましての、１つのイメージという形で、こういったものが将来世界の海を走る時期が来るかもしれない。それが１つのイノベーションじゃないのかなというふうに思っております。イノベーションというのは、やはり単なる技術が変わるというだけじゃなくて、やはりこういった今まで持っていたイメージ、そういった我々が抱いている心の中の風景とか、そういったものが大きく変わるというのがイノベーションじゃないのかなというふうに思いますし、現にそういったことをおっしゃる方もいてその通りだなというふうに私も思ったことを今思い出しましたけども、これは１つのイメージでございます。

次に 16 頁でございますけども、こちらも外洋上・沿岸部・港内・接岸・荷役という形で、それぞれに期待される効果を整理したものでございます。期待される効果に関しましては、いわゆる技術的なものとか、あとはトラブルの防止とか、さらには船員さんの対応が変わっていく、労働環境が良くなっていくとか、そういったものも含めて整理したものでございますが、こういったものにつきましても、段階的に行われていくのかなというふうに思っておりますが、やはりよく聞かれますのは、フェーズフェーズによって環境がかなり違うので、それぞれに求められる技術も違うし、その他の船の状況とか輻輳状況も違うので、非常にこういうふうな形が一足飛びに全てできるかというと、非常に技術的な問題はあるんだということをよく伺うところでございますし、私もそう思っているところでございます。

～クルマの ICT 革命～

次が 17 頁でございます。17 頁は海の方が多いということで、参考までに陸の関係の資料もお付けしております。私は海事局に来る前の前が、総合政策局の公共交通政策部というところで陸上の自動走行の話をやっておりました。それは技術というよりも社会的なニーズが非常にあるということで、公共交通政策部というのは、地域の方々の足を確保するというのが仕事でした。そういう意味で自動走行があれば、地域の高齢者の方の運転というものに伴うリスクを下げられるだけじゃなく、運転できなくなった方についての足を提供することもできるんじゃないか。そういった問題意識から地域の公共交通政策部で勉強してきたということもありまして、この資料を自動車局から頂いてきたところでございます。当時私は公共交通政策部にいる頃には、高齢者のドライバーに関する認知症検査、これが非常に厳しくなるということもあって、そういう中で、いわゆる再検査の結果、免許証を強制的に取り上げられるようなケースも増えてくるのじゃないか。さらにはそういう状況になってくると、どんどんドライバーとして公道を走るということに関するリスクを本人、もしくは周りの方なども感じられる中で、免許証の返納というものがどんどん増えてくるのではないか。

そういう中で公共交通はどうするのかということも含めて色んなご議論頂いたときに、１つ自動走行という技術を使えば、例えば一番下の方にありますように、ああいった小さなモビリティみたいなものが無人で低速でもいいから、例えば集落から町中・駅前まで行ったり来たりするようなそういったモビリティの提供ができないんだろうかという議論をしました。非常に陸の方におきましてはそういう具体的なニーズがかなり出てきていた。それは高齢化に伴ういわゆる現象がもろに顕在化していたということもありまして、陸の方の自動走行というものは、そういった具体的なニーズというものが非常に分かりやす

いというものだったこともありまして、非常に我々としても取っ付きやすかったというものがございます。

次の頁にありますように、もう一度整理して申し上げますと、まず実用化に向けた現状と課題の中で、やはり交通事故を減らしたいという部分が大きな問題意識として自動車局の方ではあったというふうに承知しています。昨年の交通事故による死者数が、統計を取り始めて以来最低を記録したというふうに報道されたのは新しいところでございますけども、一方でまだまだ負傷者というものは減ってはおりますけども依然として負傷者は出てきております。統計があるのは一昨年でした。60 万人弱の方々が交通事故の被害に遭っていると。負傷者の中でかなりの数の４万人近い方が重症者でもあったということで、これは非常に社会的な損失が大きいのではないかと我々は議論した思い出がございます。具体的に申しますと、この 57 万人近い方々の負傷者の医療費が一体どれぐらいかかるのだろうかと、そういったことを誰か試算できないんだろうかと。その医療費の見合いに関わるものを、例えば衝突被害軽減ブレーキの普及などに使えないんだろうかみたいな議論もさせて頂きましたが、そういった意味で非常に目に見える形での自動走行のメリットというものが出せないんだろうかなということを随分議論した思い出がありますが、それも全て少子高齢化、高齢社会が持つモビリティをどうするかということが背景にあったということでございます。

下の方に自動運転の実用化に向けた取組等についても書いてありますけども、イタリアでの Ｇ７交通大臣会合、その前の年は軽井沢でやったんですが、やはり交通大臣会合の大きなテーマが自動走行のようでございまして、それに関しまして G7 では度々取り上げられています。後程申し上げますが、海の世界でも IMO におきましてこの春から議論が本格的に始まるという意味で、ある意味パラレルに進んでいるのかなというふうに思います。

さらには自動運転車が人に損害を与えた場合の責任のあり方、それに関しましてもご議論頂いているようでございまして、そちらに 29 年４月という形で論点整理という形になっていますが、これに関しましても、確かつい先日藤田先生もお出になられていますけれど、陸の方でも自賠責の制度との親和性を保ちながら、当面はこの方向で行こうという素案に関しまして、ご議論頂きまして、概ね了承を得たという状況を聞いております。そういう意味でも下の安全サポート車についても普及を図るというような形での、色んな社会的な動きを進めているというのが陸上の世界かなというふうに思っています。

尚、②の方でございますが、システムの実証ということで、海の方でもいわゆる要素技術の実証をしっかりやっていなければいけないという問題意識を持っておりまして、それがかなり日本の場合遅れているんじゃないかというご指摘も頂いているところです。陸の方もこういう形で今はトラックや中山間地域における道の駅を利用した実証実験とか、さらにはニュータウンにおける自動運転サービスといったもの、こちらはやはり全て具体的なニーズ、目に見えてきたニーズというものを取り入れながらの実証というものが進められている。技術開発とそういったニーズのパラレルな連携が行われているということかと思っております。尚、プロジェクトの推進という形で一番下にございますが、国土交通省におきましては、国土交通省自動運転戦略本部というものを立ち上げております。これは道路局とか色んな関係局や物流も含めて局長級が集まりまして戦略本部というものを作って進めてきておりまして、海の方の世界におきましてもこういった戦略本部的なものに準ずるようなもの、そういったものが必要かなというふうに今思っているところでございます。

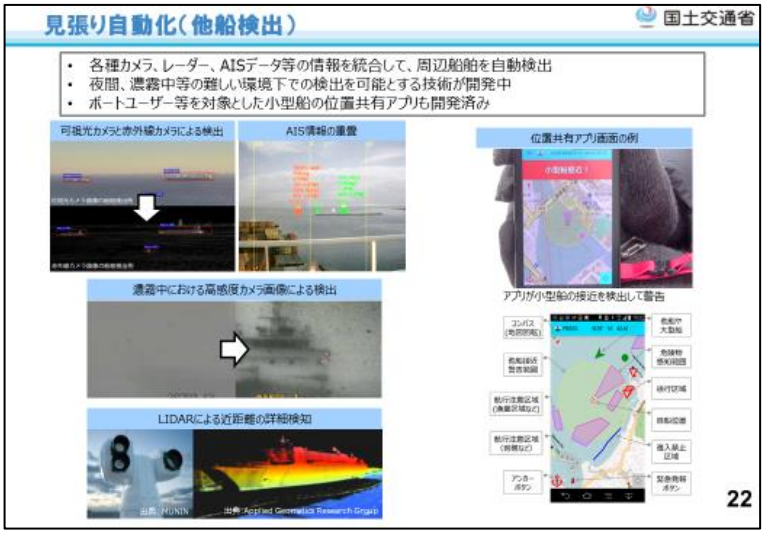
ちなみに陸の場合には警察との関係とか、そういった他省庁との関係等も非常に重要になるんですが、幸い比較的でございますけれども、海に関しましては海事行政と海上保安庁港湾行政とか、そういった意味で１つの国交省という枠の中で対応できるような分野が非常に多ございますので、そういった意味ではやるとなれば進みやすいのかなということもありまして、今、保安庁さんなどとも今後交通ルールの議論をどうするのかという話等についても事務的な打ち合わせなどをしている状況でございます。

次が 19 頁ですが、この自動運転車の技術の開発状況でございますけども、レベル１からレベル５までございますが、これに関しましても我々の方でも IMO での議論等においてもロードマップの議論等も出てくると思いますし、我々が今やっている海事分科会というところの審議会におけますイノベーション部会におきましても、やはりロードマップを作る必要があるよね、ということで、こういったものを１つの参考にしながらも、やはり海の世界としてのロードマップをしっかり作っていきたいというふうに思っておりますが、これは自動運転車の方の状況ということで、現在レベル２が実用化されていて、レベル３に関しては 2020 年目途ということでございますが、そういった流れで進んでいるところでございます。

～自動運転車と自動運航船の比較～

次の 20 頁でございますが、自動運転車と自動運航船の比較でございまして、やはりパラレルに見られるんですけども、非常に両者の特徴とか周辺環境は大きく異なっているということで、運転・運航、物理特性、走行・航行環境、開発動向等に関してそれぞれ整理したものでございます。やはり同じ自動といっても、運航の形態というか、物理的な特性も含めてかなり違うんじゃないかなというのがここで整理されたものでございます。そういう意味で先ほどニーズニーズと申しましたけども、陸の方は既にトラックドライバーが足りないとか、バスの運転手が足りなくてバス路線が廃止されるとか、そういったものが目に見えて出てきているということで、ある意味ニーズに押されているという部分も 1 つはあると思います。海の方に関しましては、顕在化しつつあるとはいえ、陸ほどではないのかなという部分がニーズの部分だと思います。むしろ技術コンシャスで進んでいくという部分が海の場合は強いのかなと。逆に技術力の有無が産業の競争力を左右するという意味で、色々なヨーロッパの国も含めて、韓国とか中国も含めて、造船舶用工業の方々、さらには IT 関係の方々等の色んな合従連衡が行われながら、技術についての検討が進んできているというふうに思っておるところでございます。

～技術開発と海外の動向～



次に技術開発と海外の動向ということでございます。22 頁ですが、こちらに関しまして、今見張りの自動化等に関しましての技術についての開発動向、上の方にございますけども、やはり夜間とか濃霧におけるいわゆる対象物をどう検出するか、これは陸でも同じでございますけども、そういう問題意識等で色んな技術が開発されているという部分でございます。右上の方は、ご承知かもしれませんけども小型船の位置

共有アプリ、こういったものも既に開発済でございまして、これにつきましてはスマホのアプリだということもありますので、スマホ自体が既にかなり普及しているものでございますので、普及に関しての色んなハードルがかなり下がっているものでございますので、こういったものをうまく使えば、小型船に関しましての AIS の設置義務がないような小型船についても位置情報がとれていく、危険な船が近づいたときにアラートを鳴らすようなことができるのかなと。小型船に関してこういったものが開発されているというのが、その他の色んな大きな船について自動走行が普及していく中で、大きな問題、小型船どうするのかという議論もありますので、そういったものを１つ重要な課題だと思っている中、こういったアプリ等もできてくるというのも非常に心強いというふうに感じているところでございます。

次が 23 頁でございますが、衝突の回避ということで、こちらも様々なアルゴリズムで衝突回避のためのソフトの開発等が行われてきておって、それぞれの分野で行われておりますが、やはり実際の船長さんの肌感覚、そういったものをフィードバックしながら行われているやに聞いておりまして、やはり船の世界というのは、船員さん、船長さん、機関長さん、そういった方々の匠の技じゃないですけども、そういったノウハウが非常に重要だなと改めて感じておりますが、そういったものをうまく取り入れた形の開発も進んでおりますし、大変ありがたいなと思っているところでございます。

次の 24 頁でございますが、これは船陸間通信による陸上からの支援ということで、先ほど申し上げました Ka 帯みたいなものも始まっておりますので、そういった船舶におけますデジタルデバイドというものが次第次第に改善されているという流れだと思うんですけども、やはりこういった自動運航船だけじゃなくて、船員さんにとっての情報デバイスじゃないですけども、そういったものを解消して軽減していくという意味でも重要な取組だと我々は思っておりまして、特に船員さんが集まらない１つの理由として、例えば陸の情報が入らない。ラインが通じないとか、動画が見られない、ゲームができない、そんなことも小さいながらかもしれませんけども、やはり若い人達にとっては非常に重要な要素のようでございまして、そういったものの改善にも役立つといった意味では、自動運航船プラス、船員さん募集、そういった面でも役立つのかなということで、今後期待をしているところでございます。

25 頁でございますが、自動離着桟のための技術の開発が進んでおるんですが、「みちびき」のような準天頂衛星等もかなり上がってまいりましたので、来年度から本格的な運用というふうに承知しておりますが、そういった中でもここにありますように、やはり綱取りみたいなそういった作業というのが非常に

機械化しにくい。ただヨーロッパの一部では「している」というような情報等も伺うんですが、ただやはり日本国内で、やはり綱取りというのは非常に重要な作業であるので、機械化というものについてまだまだというふうなことも聞いておりますが、これに関しましても今後の技術の進歩がどういう形になっていくのか、その中によりましてもう少し機械でやれるところも出てくるのかなという部分で思っているところでございます。

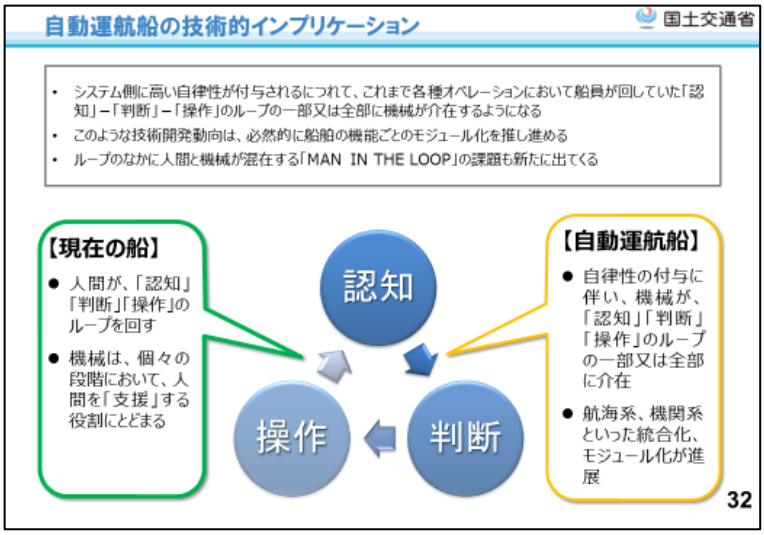
次が 26 頁でございます。こちらはデータの見える化・活用ということで、機関・船体ということで、これは工場も含めてですが、さらに船の機関とか船体について IoT という形でしっかりとこういう情報を得た上でのモニタリングとか予防保全をやっていくということで、技術開発を進めているところでございます。

27 頁でございますが、これは先進船舶技術研究開発支援事業ということで、i-Shipping のオペレーションという形でこういった切り口におけます新しい技術に関しまして i-Shipping の方でいわゆる支援事業という形で支援をさせて頂いているところでございます。

28 頁目には先進船舶技術支援事業の i-Shipping オペレーションの方でございますが、ここにありますようにそれぞれにつきましてグループとして取り組んで頂いておりますけれども、それぞれ実際に運航に携わっている方々とセットになって、いわゆる IT 関係の企業とか、舶用工業の企業とかがセットになって進めていると。特に日本の海運会社、やはり世界においても存在力がありますので、こういった先進的な技術を開発する上でも、そういった事業者の中でも主体的な立場で取り組んで頂いているというふうに承知しておりまして、これも非常に日本的な部分があるということと、日本特有の 1 つの売りかなというふうに感じます。特にやはり自動車と違って、色んな実証運航みたいなのを繰り返すという形にもいきませんので、そういった意味ではそれぞれの会社の船員さん達の肌感覚、そういったものが役立つ部分ではないのかなというふうに拝察しております。

次に 29 頁でございますが、海外の共同プロジェクトということで、それぞれに関しまして IT 企業さんなどが絡みながら進んでいるというところでございますが、陸に比べると IT 企業さんというよりも、実際に物を作っているところが、1 つ核となってという部分があるのかというのが船の世界かと感じております。次が 30 頁でございまして、これは個社のプロジェクトですね、そういった形でもそういった取組が海外でも進んでいるということでございます。

～パラダイムシフトの可能性～



次が 31 頁でパラダイムシフトの可能性ということでございますが、32、33 頁ということで、非常に人間の今までやってきたものの中に機械が入ってくる、これは混在するということで、32 頁の方ですね。こういった認知、判断、操作の中に機械が入ってくる。さらに機械がメインになったときに、人間が入ってくる、さらに自動運航船的な船と昔ながらの船が混在すると。そういう意味で技術同士のいわゆる干渉し合いというか、そういうループがあると思うんですが、一方で船自体にもそれぞれあるというのが今後の 1 つの課題かもしれません。33 頁は船舶アーキテクチャーの変化の可能性ということで、造船会社と造船所と舶用メーカーの力関係や位置づけというものに色んな変化が出てくる可能性、これは陸も同じだと思いますけれども、あるのかなと思っております。

34 頁目でございますが。そういった海事産業に関しまして、いわゆる海事クラスターと言っておりましたが、今までと違ったクラスターというものができていく可能性もあるのかなということで、そういった 1 つのイメージといったことで、今後の可能性ということで紹介させて頂きました。

～国際基準動向と対応等～

35 頁目ですが、国際基準動向と対応等ということでございます。今のような技術開発をしっかり進めていくためには、やはり国際ルールの検討が必要だということでございまして、ここにございますように、現状でございますが、2017 年 6 月の IMO の第 98 回海上安全委員会の方で、新規議題として自動運航船についての議題を提案致しまして採用されております。審議の結果、自動運航船の規制面での論点整

理が新規議題として採択されて、今後２年間の計画に含められるということで、完了年を 2020 年にするということで合意されておりまして、今後の予定は 2018 年 MSC（海上安全委員会）99 から議論が始まります。次でございますが、37 頁ということでそういった議論に参考ですが、海事局はお金はありませんけども、こういった技術力を背景と致しました国際基準を策定するためのリーダーシップはとりたいということで、昔から若い人を中心に何度もこういった国際会議の方に出張させ、国際機関にも出張させ、そういった形を繰り返してきております。そういった努力が実ったのが日本人議長ということで、GHG のワーキンググループの議長に派遣しておりましたけども、今回 MEPC（海洋環境保護委員会）の方に初めて議長に選出された斎藤英明といってうちの船舶産業課長でございます。

次が 38 頁でございますが、実証事業もしっかりやらなければいけないということで必要な予算、右側の方にございますが、少のうございますがとっております。頑張りたいと思っております。39 頁目は海上法令との関係ということで、これは私が取り上げるのは非常に恥ずかしいのですが、色んな関係法律の条約などもありますし、その前の段階での色んな国際的な議論、そういったものを進めて頂けるのかなということで、後程藤田先生からのお話もあるのかなと思っております。こういったものをしっかり整備しませんと、せっかく作った技術が社会に還元されないということで、こういったものも平行して取り組んでいきたいと思っております。

次に 40 頁目でございまして、そのために一方でイノベーション部会というものを始めておりまして、ここにおきまして左下の方でございますが、自動運航船に関しましてのロードマップの作成と IMO における議論への対応ということで、ここでの議論を５月の下旬の方の部会で結論をとりまとめたいということで進めているところでございます。

●おわりに

41 頁目でございますが、以上でございますけども、自動運航船に関しましては一層の安全性の向上とか、不稼働損失の減少等による経済性の向上、船員労働環境の改善、我が国海事産業の競争力向上に寄与できるものということで、しっかり取り組んでいきたい。そのために自動運転車がそうであるように一足

飛びにはできませんので、段階的に発展して、少しずつ船員社会、海事社会を含めまして社会に受容され、普及が進んでいくんではないかと思っておりますし、そのための努力は行政としてもしっかりやらなければいけないと思っております。一方で、海事立国たる我が国の行政としてこのイノベーションを阻害することがないよう今後法的な整理検討を含めて、技術動向を踏まえたタイムリーな環境整備をしっかり図ってまいります。それを通じまして我が国の海事クラスター、それが繰り返しになりますが、しっかり日本の海事、海の世界を他の国に負けないように、他の国を凌駕する力でしっかり頑張っていくような環境を作りたいと思っているところでございます。私からは以上でございます。ご清聴ありがとうございました。

平成30年2月5日
第23回　海事立国フォーラム in東京2018

国土交通政策講演

イノベーションが切り拓く我が国海事産業の進路

国土交通省海事局長
蒲生　篤実

国土交通省
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

国土交通省

議題

1．我が国海事産業の概況

2．海事生産性革命

3．自動運航船
　3－1．概要
　3－2．技術開発と海外の動向
　3－3．パラダイムシフトの可能性
　3－4．国際基準動向と対応等

海事産業の概況

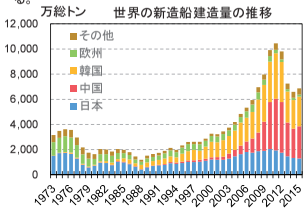
国土交通省

～造船、舶用工業、海運が支え合う「海事クラスター」により、国際競争力を維持・向上～

- 日本の海事産業は、熾烈な国際競争下において、造船は一定のシェアを維持・向上させ、海運は高い輸送シェアを誇る。
- 世界トップクラスの競争力を有する造船、舶用工業、海運が支え合う「海事クラスター」を形成。

造船・舶用工業の概況

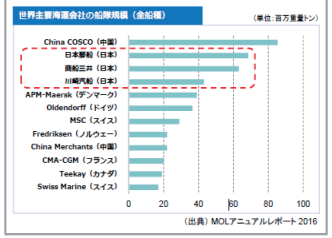
◆ 中韓造船所の新設等により、日本の建造シェアは減少したものの、一定の建造シェアを維持している。



◆ 舶用工業については、主機や発電機等が主要製品であり、日本は建造量と同等のシェアを獲得。

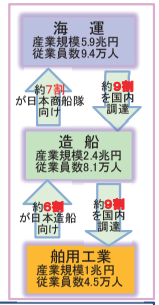
海運業の概況

◆ 我が国海運は、保有・運航船腹量は、世界の船腹量の13%を占めており、世界2位。
◆ 日本の外航海運の主要企業は世界上位4位に入る。



（出典）MOLアニュアルレポート2016

現状の海事クラスター



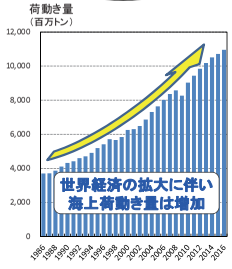
◆ 造船の高い生産性と技術による高品質・高性能な船舶建造、舶用工業における高性能機器の供給、海運において競争力ある船舶を運航することで、海事産業全体の国際競争力の維持・向上が図られている。

日本造船業の概況

国土交通省

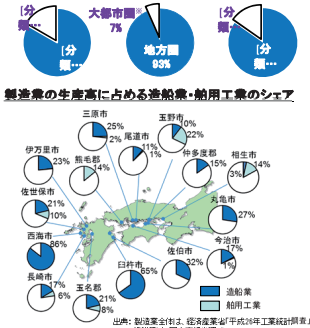
- 世界経済の拡大に伴い、海上荷動き量と新造船市場は中長期的に拡大。
- 我が国造船業は、多くが国内（特に地方圏）に生産拠点を維持し、地域の経済・雇用を支える。
- 部品の国内調達率も高く、多数の中小事業者からなる周辺産業を有する裾野の広い産業。
- 世界のマーケットで、中国・韓国と競争（世界第３位）。

世界の造船市場の拡大



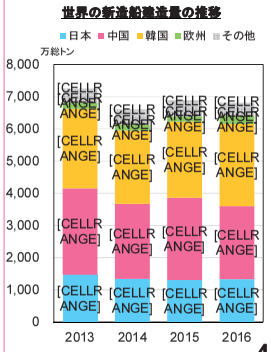
出典：Clarksons「SHIPPING REVIEW DATABASE」

地域経済を支える造船業



出典：製造業全体は、経済産業省「平成28年工業統計調査」
造船業は、国土交通省調べ

中国・韓国と競争



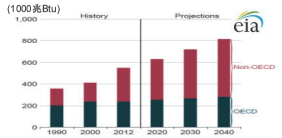
出典：IHS Fairplay

海洋開発分野の設備市場の見通し

国土交通省

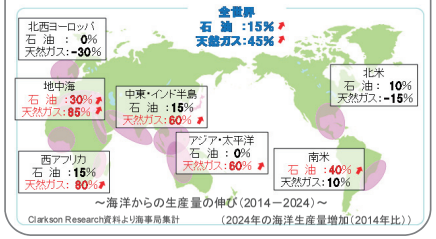
■世界のエネルギー需要と海洋開発

◆ 世界規模での人口増加や途上国の経済発展に伴い、今後も**世界のエネルギー需要は拡大。**



出典: U.S. Energy Information Administration, International Energy Outlook 2016.

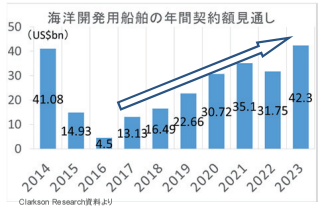
◆ エネルギー需要の拡大に伴い、**海洋からの石油・天然ガスの生産量も増大**見込み。



～海洋からの生産量の伸び（2014－2024）～

Clarkson Research資料より海事局集計　（2024年の海洋生産量増加（2014年比））

■海洋開発分野の設備市場の見通し



➢ **現状、油価の低迷により、海洋開発分野の投資は停滞。**

➢ **しかしながら、2020年代半ばまでに2014年レベルまで回復する見通し**

今後5年が、力を蓄え、先行する欧米に追いつく最後のチャンス

5

国土交通省

議題

1．我が国海事産業の概況

2．海事生産性革命

3．自動運航船

3－1．概要

3－2．技術開発と海外の動向

3－3．パラダイムシフトの可能性

3－4．国際基準動向と対応等

6

国土交通省生産性革命プロジェクト

国土交通省

国土交通省では平成28年を「生産性革命元年」と位置づけ、省を挙げて「社会のベース」、「産業別」、「未来型」の3つの分野の生産性向上に取り組み、我が国経済の持続的で力強い成長に貢献すべく、これまでに海事生産性革命（i-Shippingと j-Ocean）を含む20の「生産性革命プロジェクト」を選定。
本年（平成29年）を生産性革命「前進の年」とし、これらのプロジェクトの更なる具体化を進めるとともに、その基礎にある「生産性革命」の考え方を施策全般に組み込んでいく方針。

生産性革命プロジェクトの具体例

01 ピンポイント渋滞対策
02 高速道路を賢く使う料金
03 クルーズ新時代の実現　～訪日クルーズ旅客５００万人の目標実現に向けて～
04 コンパクト・プラス・ネットワーク　～税収の経済で生産性を向上～
05 不動産最適活用の促進　～土地・不動産への再生投資と市場の拡大～
06 インフラメンテナンス革命　～確実かつ効率的なインフラメンテナンスの推進～
07 ダム再生　～地域経済を支える利水・治水能力の早期向上～
08 航空インフラ革命　～空港と管制のベストミックス～
09 i-Constructionの推進
10 住生活産業の新たな展開　～既存住宅流通・リフォーム市場の活性化～
11 i-Shippingと j-Ocean　～「海事生産性革命」強い産業、高い成長、豊かな地方～
12 物流生産性革命　～効率的で高付加価値なスマート物流の実現～
13 道路の物流イノベーション　～トラック輸送の生産性向上～
14 観光産業の革新　～観光産業を我が国の基幹産業に～（宿泊業の改革）
15 下水道イノベーション　～"日本産資源"創出戦略～
16 鉄道生産性革命　～次世代技術の展開による生産性向上～
17 ビッグデータを活用した交通安全対策
18 「質の高いインフラ」の海外展開　～巨大市場を日本の起爆剤に～
19 クルマのICT革命　～ 自動運転 × 社会実装 ～
20 気象ビジネス市場の創出

7

「海事生産性革命」～ i-Shipping & j-Ocean ～

国土交通省

我が国を支える海事産業

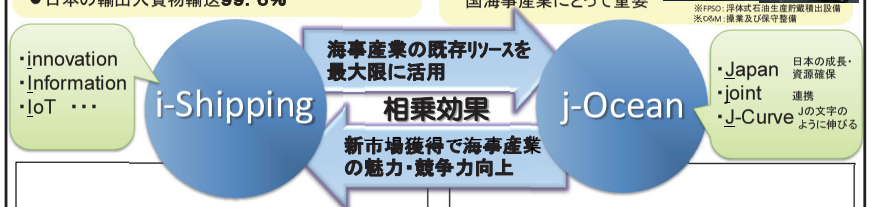
【造船】
- 国内部品調達85%
- 地方で生産93%

【海運】
- 日本の輸出入貨物輸送99. 6%

新たな市場である海洋開発分野

- 世界市場40兆円
- 今後の成長市場
- 日本の成長と資源確保に貢献
- 海洋開発分野は多くの船舶が用いられるため、我が国海事産業にとって重要

※FPSO：浮体式石油生産貯蔵積出設備
※O&M：操業及び保守整備



◆ 船舶の開発・建造から運航に至るすべてのフェーズにICTを取り入れ、造船・海運の競争力向上を図る

新造船建造量世界シェア（売上）
2015年20%（2.4兆円）→2025年30%（6兆円）

◆ 海洋開発分野で用いられる船舶等の設計、建造から操業に至るまで、幅広い分野で我が国海事産業の技術力向上等を図る

海洋開発分野の売上高見込
2010年代 3.5兆円→2020年代4.6兆円

2つのプロジェクトからなる**「海事生産性革命」**を省の生産性革命プロジェクトに位置づけ、強力に推進

8

海事生産革命（一般商船分野「i-Shipping」）

国土交通省

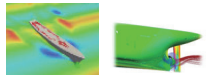
【開発・設計】 *i-Shipping (design)*
性能と時間の競争力

【建造】 *i-Shipping (production)*
コストと品質の競争力

【運航】 *i-Shipping (operation)*
顧客サービスの競争力

①船体周り**流れの数値シミュレーション手法の確立**
→新船型開発を迅速化

②数値シミュレーションによる性能評価の**国際ルール化**
→不正の排除



③**試験水槽の共同利用・新設**

- 既存施設の分社化・共同事業化
  →産業競争力強化法に基づき大臣認定、**登録免許税軽減**
- 地方研究所新設
  →地方拠点強化税制や研究開発設備向け加速償却を活用

①IoT等を活用した**革新的生産技術の研究開発補助**

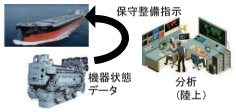
②中小造船業における生産設備(自動化など)投資促進

中小企業等経営強化法※に基づく国交大臣指針策定、投資計画認定 **固定資産税軽減**

51社を認定
(H29年12月末時点)

①IoT等を活用した**先進的船舶、サービス**等の**研究開発補助**

壊れる前の予防保全



②自動運航船に関する実証事業

自動運航船のイメージ

●新たな船舶検査・測度の制度の構築

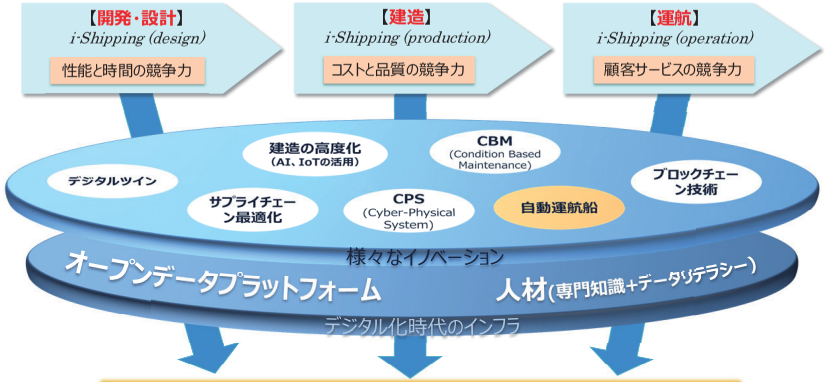
→ IoT等を活用した革新的生産技術や先進的船舶等に対応

9

海事生産革命とデジタライゼーション

国土交通省

- あらゆる局面で進むデジタライゼーションによって、海事生産性革命" i-Shipping"はさらに深化
- 自動運航船は、そのようなデジタライゼーションの現れのひとつ



海事生産性革命は、深化を続ける

10

国土交通省

議題

1．我が国海事産業の概況

2．海事生産性革命

3．自動運航船

3－1．概要

3－2．技術開発と海外の動向

3－3．パラダイムシフトの可能性

3－4．国際基準動向と対応等

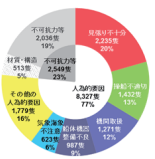
11

自動運航船が注目される背景

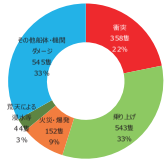
国土交通省

課　題

- 海難の8割が人為的要因により発生。また、廃船に至る重大事故が世界で1,642件発生



出典：海上保安庁

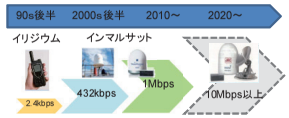


出典：統計に基づき海事局作成

- 世界の海上輸送量の着実な増加に伴い、今後、世界の船員需給が逼迫の見通し
- 日中韓の造船業の競争激化。省エネ性能に続く、日本の造船・舶用工業の競争優位分野確立の必要性

通信・技術環境の進展

- 海上ブロードバンド通信の発展と、センサ、IoT、AI、ビッグデータ処理技術の急速な進歩



※陸上の90年代のアナログ電話回線は64kbps。現在の光回線は実測90Mbps程度。
容量1GBの15分動画のダウンロード時間は理論上35時間から1分半まで短縮。

- 自動船舶識別装置(AIS)、電子海図(ECDIS)等の普及

自動船舶識別装置

電子海図

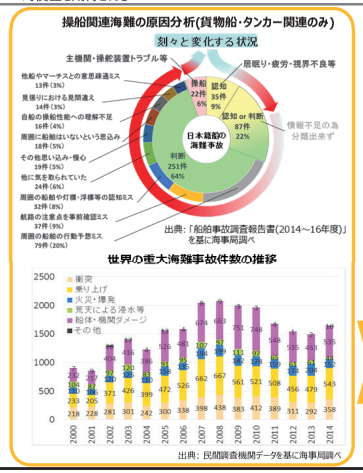
自動運航船に注目

12

自動運航船による安全性の向上等への期待

国土交通省

- 操船関連のヒューマンエラーによる海難事故のうち9割以上が、「他事に気を取られていた」や「思い込み」等の認知・判断段階に起因
- 船舶が発船等にいたる事故は年間1500件から2000件程度発生。不稼働による経済的損失は巨額になりうる
- 認知・判断段階のエラーを減らす操船支援技術、機関故障を未然に防ぐ技術等により、安全性の向上および不稼働損の減少等による経済的便益も期待される



船舶は一度海難が発生すれば多大な被害・損失が発生

- 船舶の不稼働による機会損失
- 沈没等による直接的損失
- 海洋汚染等による第3者への損害

LNG船	タンカー(VLCC)	コンテナ船(14,000TEU)
船　価: 200億円	船　価: 100億円	船　価: 120億円
用船料: 7万USD/日	用船料: 3万USD/日	用船料: 4.5万USD/日

自動運航船の技術により安全性・経済性向上が期待

- 認知・判断段階等の人間のミスへの対応として、自動運航船の操船支援技術、遠隔操船技術の導入により大きな効果が期待
- 機関故障を未然に防ぐ技術により、海難・不稼働損失の減少が期待

自動運航船の段階的発展

国土交通省

- 自動運航船は、技術の開発・実用化等に伴って段階的に発展
- 当初は、船員等の判断支援等が主たる機能。その後、機械による自律的判断の領域は次第に増えていくものの、人間の判断が引き続き重要

在来船

- 現在の先進的な船
- 判断支援機能がメイン

IoT活用船

- 波浪中性能を考慮した最適操船
- 輻輳海域での衝突回避支援
- 機器のIoT化
- 機器の予防保全
- 貨物・在庫部品の管理

自動運航船

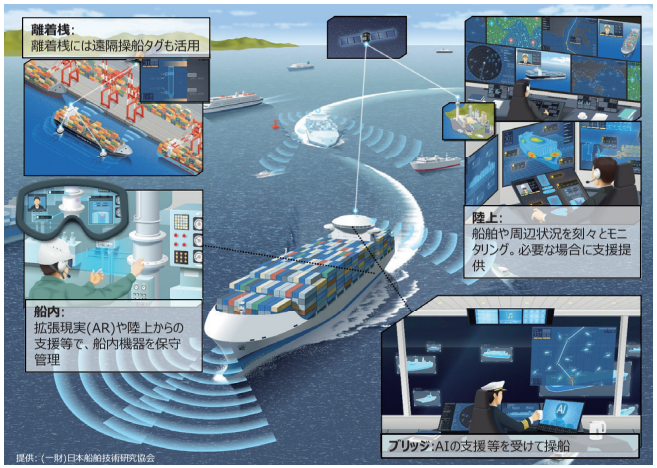
- 判断支援＋自律的判断・操作機能
- 実現には、技術開発に加えて、制度・規制等の見直しが必要

- 見張り自動化
- 遠隔操船
- 自動操船（自動避航）
- 自動離着桟
- 機器・貨物等の遠隔モニタリング
- 船舶間自動通信

自動運航船のイメージ ①

国土交通省

- 「自動運航船」は、船上の高度なセンサーや情報処理機能、セキュリティの確保された衛星通信、陸上からの遠隔サポート機能等を備えた船舶とその運航システム



自動運航船のイメージ ②

国土交通省

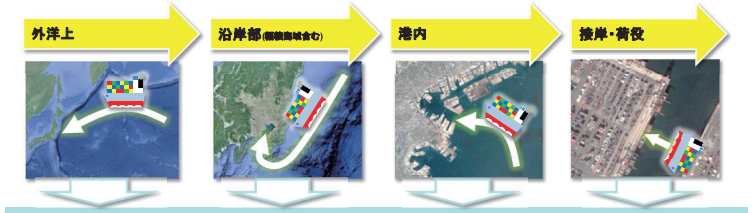
将来の「自動運航船」のイメージ（一例）

【外洋上】 外洋上は、見張りを機械及び陸上からの遠隔監視により実施。

【沿岸部】 沿岸に近づき、船舶交通が増えてくると、船員も見張りを行うものの、見張り・操船は基本的に自動化。船員は主に機械の下す判断を監督、承認する役割

【港　内】 港内に入り、船体が岸壁と平行になる位置まで自動操船

【接岸・荷役】最終の接岸操船及び綱取りは、無人タグのアシスト等を受けつつ有人で実施。荷役は、一部自動化



外洋上	沿岸部	港内	接岸・荷役
【期待される効果】 ● 船員労働環境の改善 ● エンジントラブル等による不稼働減少 ● 船員不足への対応	【期待される効果】 ● ヒューマンエラー起因海難事故防止 ● エンジントラブル等による不稼働減少	【期待される効果】 ● 入港手続きにかかる時間、労力削減 ● ヒューマンエラー起因海難事故防止 ● 熟練船員不足への対応	【期待される効果】 ● 接岸・荷役の肉体作業の削減 ● 船員労働環境の改善 ● 熟練船員不足への対応

自動車では・・・クルマのICT革命（１）

国土交通省

国土交通省生産性革命プロジェクト［第3版］より

○自動運転が実用化されることにより、安全性の向上、運送効率の向上、新たな交通サービスの創出等が図られ、大幅な生産性向上に資することから、自動運転の実用化に向けた取組みとして、ルールの整備やシステムの実証等を進める。

17

自動車では・・・クルマのICT革命（２）

国土交通省

国土交通省生産性革命プロジェクト［第3版］より

実用化に向けた現状と課題

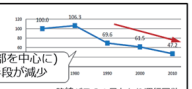
交通事故の96%は運転者に起因

法令違反別死亡事故発生件数（平成27年）

不適切な車間距離や加減速により、渋滞が発生

トラックドライバーの約4割が50歳以上

出典：総務省「労働力調査」（平成27年）



（地方部を中心に）移動手段が減少

路線バスの１日あたり運行回数（1970年を100とした指数）

【課題１】
自動運転車が満たすべき技術基準や事故時の賠償のルールが定まっていない。

【課題２】
自動運転車の安全性・信頼性等について、社会的にまだ十分認知されていない。

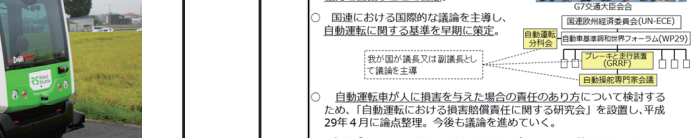
自動運転の実用化に向けた取組み

【①ルールの整備等】

○ G7交通大臣会合（イタリア・カリアリ）において、より高度な自動運転の実用化に向けて、国連の場における国際的なレベルでの協力を目指すことで合意。

○ 国連における国際的な議論を主導し、自動運転に関する基準を早期に策定。

G7交通大臣会合



○ 自動運転車が人に損害を与えた場合の責任のあり方について検討するため、「自動運転における損害賠償責任に関する研究会」を設置し、平成29年４月に論点整理。今後も議論を進めていく。

○ 自動ブレーキ等を備えた「安全運転サポート車」の普及啓発に関する関係省庁副大臣等会議での中間取りまとめを踏まえ、自動ブレーキ等を備えた安全運転サポート車の普及啓発を行う。

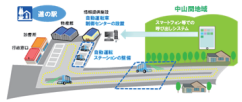
【②システムの実証】

○ トラックの隊列走行等の実現に向け、技術開発・実証実験等を行う。

○ 中山間地域における道の駅等を拠点とした自動運転サービスの現地実証実験を9月より順次、全国13箇所にて行う。
（5箇所でフィージビリティスタディを実施）

平成29年度より有人での実証開始予定

○ ニュータウンにおける多様な自動運転サービス、ガイドウェイバスを活用した基幹的なバスにおける自動運転サービスの検討を行う。



プロジェクトの推進

「国土交通省自動運転戦略本部」中間とりまとめ（平成29年６月）を踏まえ、自動運転の早期実現に向けた国際基準等のルール整備や社会実験・システムの実証等の取組みを着実に進める。

18

自動運転車の技術の開発状況

国土交通省

官民ITS・構想ロードマップ2017等を基に作成（国交省自動車局作成資料）

	現在(実用化済み)	2020年まで		2025年目途	時期未定
	レベル１ レベル２	レベル３ （2020年目途）	レベル４		レベル５
実用化が見込まれる自動運転技術	• 自動ブレーキ • 車間距離の維持 • 車線の維持 （本田技研工業HPより）	• 高速道路における<u>ハンドルの自動操作</u> - 自動追い越し - 自動合流・分流 （トヨタ自動車HPより）	• 限定地域での無人自動運転移動サービス （DeNA HPより）	• 高速道路での完全自動運転 	• 完全自動運転 （Rinspeed社HPより）
開発状況	市販車へ搭載	一部市販車へ搭載	IT企業による構想段階	課題の整理	

19

自動運転車と自動運航船の比較

国土交通省

- 自動運航船は、しばしば自動運転車と比較されるが、両者の特徴や周辺環境は大きく異なる

	自動運転車	自動運航船
運転・運航	• <u>一人の運転手</u>が操縦	• 操船、機関保守、貨物監視、離着桟等の<u>複数の人間が作業を分担</u> • 船舶はクルーで運用される大型システムであり、<u>24時間稼働のプラント</u>という性格も有する
物理特性	• 数トン程度であり、<u>敏捷性が高い</u>（急発進、急停止、急旋回が可能）	• 大型のものは数十万トン程度であり、敏捷性が低い（急発進、急停止、急旋回が不可能）
走行・航行環境	• 動きは比較的速く、<u>他車とほぼ常時近接</u> • 歩行者、自転車が周囲に<u>多数存在する混合交通</u> • 道路、車線、信号等、<u>移動制約が多い</u> • 故障等があっても支援を得られやすい	• 動きは比較的遅く、他船とほぼ近接しない • 周囲には船舶が主だが、漁網や浮遊物も • 輻輳海域等一部を除き<u>移動制約は少</u> • <u>長期間海上で孤立</u>
開発動向	• 密度の高い混合交通環境下で安全に走行するため、衝突被害軽減ブレーキ等、センサー技術を活用した事故防止に資する運転支援技術の開発実用化が進む • センサー等による自車周辺物認識技術と3D位置情報、GPS等の組み合わせによる高度な自動運転技術の開発が進む	• 航海計画策定、操船、船体・機器管理、貨物管理等の作業分野ごとに、安全性・効率性向上に資する技術開発が進んでいる。

20

国土交通省

議題

1．我が国海事産業の概況

2．海事生産性革命

3．自動運航船

3－1．概要

3－2．技術開発と海外の動向

3－3．パラダイムシフトの可能性

3－4．国際基準動向と対応等

21

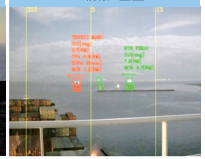
見張り自動化（他船検出）

国土交通省

- 各種カメラ、レーダー、AISデータ等の情報を統合して、周辺船舶を自動検出
- 夜間、濃霧中等の難しい環境下での検出を可能とする技術が開発中
- ボートユーザー等を対象とした小型船の位置共有アプリも開発済み

可視光カメラと赤外線カメラによる検出

AIS情報の重畳



濃霧中における高感度カメラ画像による検出

LIDARによる近距離の詳細検知

位置共有アプリ画面の例

アプリが小型船の接近を検出して警告

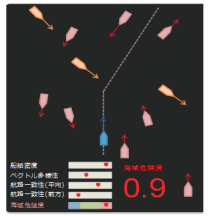
22

衝突回避

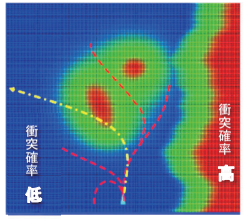
国土交通省

- 輻輳海域でも、高度なアルゴリズムで衝突回避ルートを表示
- 過去のAISデータに基づく統計的挙動予測アプローチも開発中

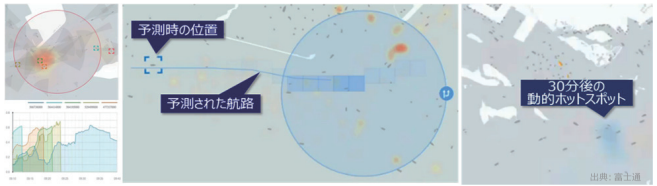
輻輳海域における衝突回避ルートの表示



確率論アプローチによる衝突回避アルゴリズム



過去AISデータに基づくリスク定量化、30分後の危険エリア予測と危険エリア迂回操船



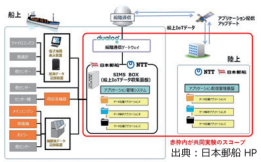
23

船陸間通信による陸上からの支援

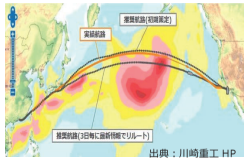
国土交通省

- 船舶の運航会社等は、自動運航船の実現のための船陸間通信に関し、安定的かつ効率的なものとすべく、情報通信事業者等と協力するなどして開発を進めている。

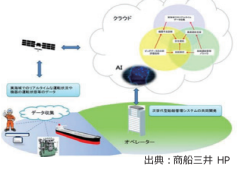
◆次世代船舶IoTプラットフォーム共同実験
（日本郵船（株）、（株）MTI、日本電信電話（株）、（株）NTTデータ）



◆最適運航支援システム
（川崎汽船（株）、川崎重工業（株））

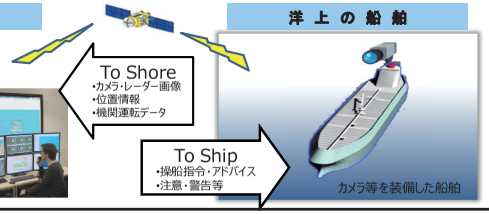


◆ 次世代型船舶管理支援システムの共同開発
（（株）商船三井、三井造船（株））



- 将来的には、陸上ステーションからの操船支援も。
- 通信帯域、コスト、遅延等の通信技術面、船員資格や安全基準等の制度面の検討必要

陸上操船施設



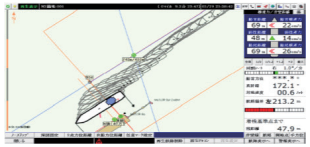
洋上の船舶

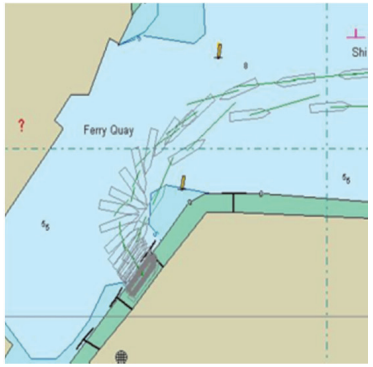
24

自動離着桟

国土交通省

- 準天頂衛星による精密測位、高機能舵、無人タグ等により自動着桟
- 綱取りを含む大型船の完全自動着桟には引き続き技術的課題残る





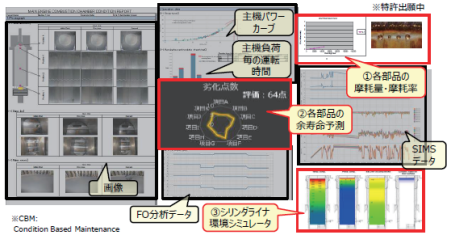
25

データの見える化・活用（機関・船体）

国土交通省

機関の予防保全

- 機関各部のセンサーから得られるデータを蓄積、分析を行うことで、部品の余寿命推定やメンテナンス時期が分かる
- 定期的なメンテナンス(TBM: Time Based Maintenance)ではなく、状態に基づいたメンテナンス(CBM: Condition Based Maintenance)が可能となる

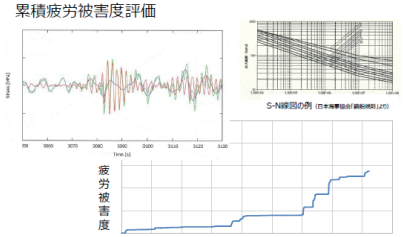


出典：MTI

船体モニタリング

- 船体各所にセンサーを設置し、そのデータから、波浪外力の推定や、船体各部の応力状態や疲労強度の推定が可能となる

累積疲労被害度評価



出典：MTI

26

先進船舶技術研究開発支援事業 *(i-Shipping(Operation))*

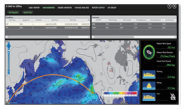
国土交通省

動揺・操船シミュレータによる運航支援

操船の支援

船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究

最適航路選定支援



船体特性モデル自動補正機能による解析精度高度化及び安全運航への応用

気象観測の自動化

海上気象観測の自動観測・自動送信システムの開発

LNG船の安全運航

船陸間通信を利用したLNG安全運搬支援技術の研究開発

船用機器・システムの予防保全

機関プラントの事故防止

ビッグデータを活用した船舶機関プラント事故防止による安全性・経済性向上手法の開発

甲板機械の予防保全

貨物船・ばら積み貨物船（バルク船）向け甲板機械のIoT化研究開発

船内環境見える化

ICTを活用した船内環境見える化システムの構築

船体モニタリングによる安全設計

船体構造モニタリング

大型コンテナ船における船体構造ヘルスモニタリングに関する研究

27

先進船舶技術研究開発支援事業 *(i-Shipping(Operation))*

国土交通省

	事業者	事業名称
1	日本郵船(株)、(株)MTI、(株)日本海洋科学、古野電気(株)、日本無線(株)、東京計器(株)	船舶の衝突リスク判断と自律操船に関する研究
2	日本郵船(株)、(株)MTI、ジャパンマリンユナイテッド(株)	大型コンテナ船における船体構造ヘルスモニタリングに関する研究開発
3	(株)商船三井、スカパーJSAT(株)、古野電気(株)	海上気象観測の自動観測・自動送信システムの開発
4	川崎汽船(株)、川崎重工業(株)、ケイラインシップマネージメント(株)	船体特性モデル自動補正機能による解析精度高度化及び安全運航への応用
5	ジャパンマリンユナイテッド(株)、日本郵船(株)、(株)MTI、(株)ディーゼルユナイテッド、(株)サンフレム、寺崎電気産業(株)、三菱化工機(株)	ビッグデータを活用した船舶機関プラント事故防止による安全性・経済性向上手法の開発
6	眞鍋造機(株)、渦潮電機(株)	貨物船・ばら積み貨物船（バルク船）向け甲板機械のIoT化研究開発
7	日本郵船(株)、(株)MTI、JRCS(株)	船陸間通信を利用したLNG安全運搬支援技術の研究開発
8	(株)商船三井	ICTを活用した船内環境見える化システムの構築

28

海外の状況（共同プロジェクト）

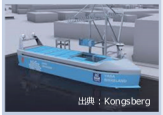
国土交通省

プロジェクト名	プロジェクト概要	実施主体	実施期間
MUNIN Maritime Unmanned navigation through Intelligence in Network 出典：MUNIN	• 無人船の概念の構築及び実証実験の実施が目的のEU支援プロジェクト(総予算380万ユーロ) • 調査の結果、10%以上の燃費の向上、衝突・沈没リスクは有人船より1桁低くなると評価	EU（ドイツがとりまとめ、ノルウェー、スウェーデン、アイスランド、アイルランド） ※大学、研究機関、民間企業が参画	2012～2015年
AAWA Advanced Autonomous Waterborne Initiative 出典：ロールスロイス	• 自動運航船を実現するために必要な経済・社会・法規制・技術要素について学術及び産業界が検討するフィンランド政府支援のプロジェクト(総予算660万ユーロ) • コンセプト検討を踏まえた調査研究を実施し、最終目標はコンセプトの立証	ロールス・ロイス DNVGL NAPA インマルサット フィンランド技術庁 タンペレ工科大学　等	2015～2018年
MASRWG Maritime Autonomous Systems Regulatory WG 	• 自律航行システムの安全運航のための法的枠組みを民間のイニシアティブで検討 • 24m以下の自動運航船を対象にした包括的なガイドラインであるIndustry Code of Practiceを公表(2017/11)	英国を中心に、産学官が参画	2014年～

29

海外の状況（個社プロジェクト）

国土交通省

プロジェクト名	プロジェクト概要	実施主体	実施期間
コングスベルグ  出典：Kongsberg	• ノルウェーのヤラ・インターナショナル社は、コングスベルグ社と協同して、南部の３港間（ヤラ社工場・Brevik港・Larviki港）で自社の肥料を運搬する電気自動コンテナ船「ヤラ・ビルケラン」を就航予定	ヤラ・インターナショナル コングスベルグ	2018年：竣工 2019年：遠隔操船による運航 2020年：完全自動運航
ロールスロイス 出典：ロールスロイス	• ノルウェーのフィヨルドを横断するフェリーに自動運航システム(有人)を納入(2018年運航開始) • 同社は、2030年に無人遠隔操縦船、2035年に完全無人船が実現するロードマップを公表	ロールスロイス	

30

国土交通省

議題

１．我が国海事産業の概況

２．海事生産性革命

３．自動運航船

３－１．概要

３－２．技術開発と海外の動向

３－３．パラダイムシフトの可能性

３－４．国際基準動向と対応等

31

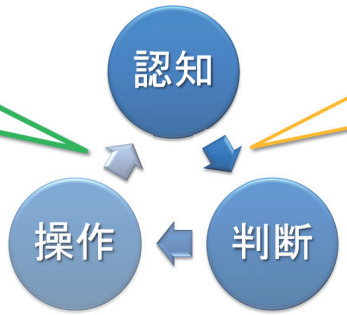
自動運航船の技術的インプリケーション

国土交通省

- システム側に高い自律性が付与されるにつれて、これまで各種オペレーションにおいて船員が回していた「認知」－「判断」－「操作」のループの一部又は全部に機械が介在するようになる
- このような技術開発動向は、必然的に船舶の機能ごとのモジュール化を推し進める
- ループのなかに人間と機械が混在する「MAN IN THE LOOP」の課題も新たに出てくる

【現在の船】

- 人間が、「認知」「判断」「操作」のループを回す
- 機械は、個々の段階において、人間を「支援」する役割にとどまる



【自動運航船】

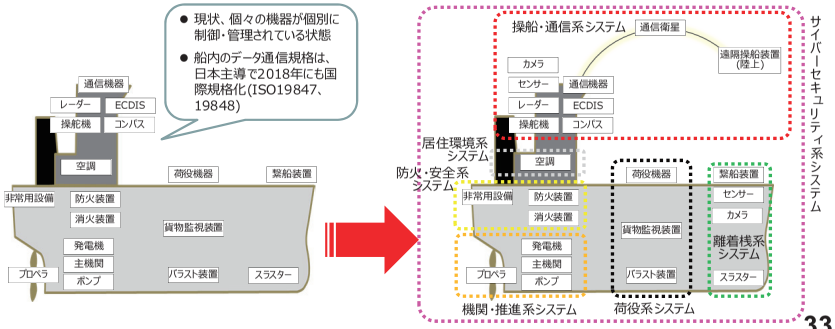
- 自律性の付与に伴い、機械が、「認知」「判断」「操作」のループの一部又は全部に介在
- 航海系、機関系といった統合化、モジュール化が進展

32

船舶アーキテクチャーの変化の可能性

国土交通省

- 船舶アーキテクチャーがモジュール化し、モジュール内はブラックボックス化、モジュール間は標準インターフェースでつながるようになる可能性がある
- その場合、付加価値はモジュールメーカー(特に操船・通信系と機関・推進系)に集中する可能性
- ロールスロイス、コングスバーグ、ヴァルチラ等は、そのようなモジュールプロバイダー、システムインテグレーター化を経営戦略として推進している



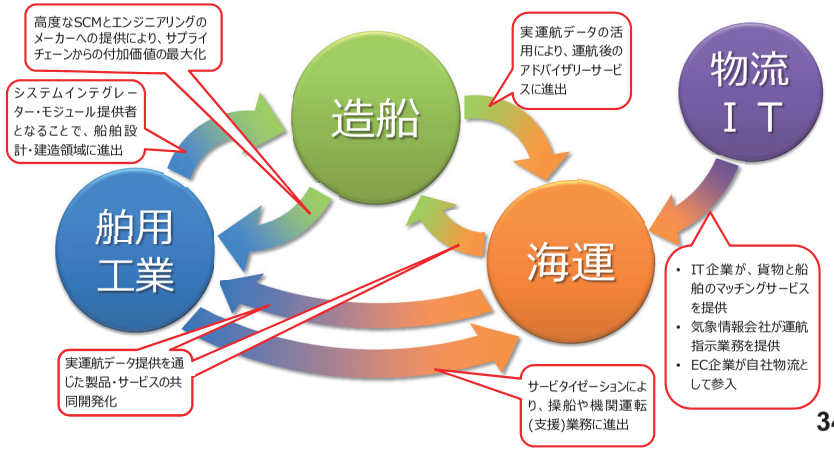
※各システム間のインターフェース設計・規格も検討課題

33

海事産業の構造変化

国土交通省

- これまでの業界・業態のカベを越えて、舶用工業、造船業、海運業、その他の業界が、新しいビジネスチャンス、ビジネスモデルを求めて越境し、産業構造が流動化する可能性がある。



34

国土交通省

議題

1．我が国海事産業の概況

2．海事生産性革命

3．自動運航船

3－1．概要

3－2．技術開発と海外の動向

3－3．パラダイムシフトの可能性

3－4．国際基準動向と対応等

35

IMOにおける議論（自動運航船の国際ルールの検討）

国土交通省

背景

- 現在、我が国を含む世界各国において、遠隔操作、自動航行、船舶監視、衝突防止システムを備えた完全または部分的な自動運航船の開発・実装に向けた調査研究が進行中
- 自動運航船には、乗員を支援する部分的な自動化システムから、人間の介在を必要としない完全な自動システムに至るものまで、様々な自動化レベルのものが含まれると考えられており、それぞれに対応する基準は不明確

現状

- 自動運航船の社会実装（開発・実証、運用）を実現させるためには、規制面の検討は必要不可欠であることから、我が国等※は、2017年6月のIMO第98回海上安全委員会（MSC 98）に規制面での論点整理を「新規議題」として提案

  ※デンマーク、エストニア、フィンランド、日本、オランダ、ノルウェー、韓国、英国及び米国の共同提案
- 審議の結果、「自動運航船の規制面での論点整理」が新規議題として採択され、2018年-2019年の2ヶ年計画に含めること及び目標完了年を2020年とすることに合意

今後の予定

- 2018年5月のMSC 99から、既存のIMO規則の改正の要否、新たに必要となる基準等について検討を開始予定

日本の方針

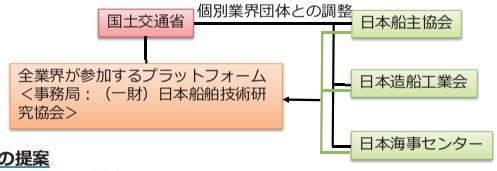
- MSC 99に対し、自動運航船の規制面を検討する上で考慮する必要があると考えられる論点、及び、遠隔操船等を行う際に論点となる規則の洗い出しの結果を報告する文書を提出予定。

36

（参考）IMO交渉戦略（日本が議論を主導できるに至る取組）

国土交通省

① **基準作りへの産業の参画の強化**
- 産学官が連携した戦略的対応



② **技術力を根拠とした合理的な基準の提案**
- 安全・環境に関する産業界の技術開発の推進（補助金による支援）
- 海上技術安全研究所の活用

③ **国際的なネットワークの構築による信頼・プレゼンスの向上**
- 主要国・団体のキーパーソンとの関係強化
- 日本の主張・提案に対するサポート・共同提案者の確保
- 会議前・会議期間中に各国・各団体に最終的なロビイング活動を実施

➡ IMOにおいて上記のような取組を主要なテーマについて長年実績を積み上げることで、信頼を得ることとなり、日本が議論を主導することになる

日本人の議長の誕生

✓ 案件に係る意思決定方法や結論案の提示を行う委員会の副議長や専門的かつ技術的な知識に基づき条約案や基準案の提示を行う**WG（ワーキンググループ）の議長に日本人を派遣し議論を主導**

✓ 2017年7月に行われた2018年の議長選挙の結果、MEPCのGHGWG議長として議論を主導してきた我が国の斎藤英明氏（国土交通省海事局船舶産業課長）が**日本人として初めて議長に選出**

議長選出挨拶を行う斎藤氏

37

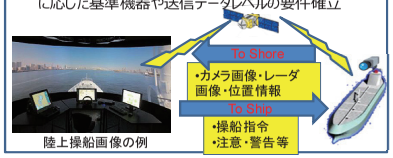
自動運航船に関する実証事業

平成30年度政府予算案：0.8億円（新規）

- 我が国海事産業の国際競争力強化に資するトップランナー技術をベースとした技術要件に関する国際基準の策定を主導するため、自動運航船の導入に向けた安全かつ効率的な運航のために必要な要件を検討すべく、自動運航船に必要な技術の実証を行う。

（例）船陸連携操船技術の実証

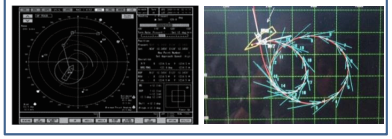
■ 船陸操船において、様々な気象海象、船舶の運動特性に応じた基準機器や送信データレベルの要件確立



陸上操船画像の例

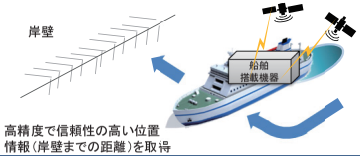
（例）船舶トラッキング技術の実証

■ 船舶の理論上の最適航路を確保する技術要件を確立
■ 船舶のトラッキング制御の性能要件を確立



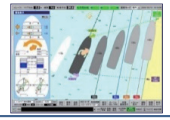
（例）自動離着桟技術の開発・実証

■ 高精度の位置測位技術（準天頂衛星等）を活用した、信頼性の高い船舶搭載機器の開発



高精度で信頼性の高い位置情報（岸壁までの距離）を取得

■ 自動離着桟を可能とするモニタリング機能の要件確立
■ ウインチ制御等を含む係留作業トータルシステムの技術要件の確立

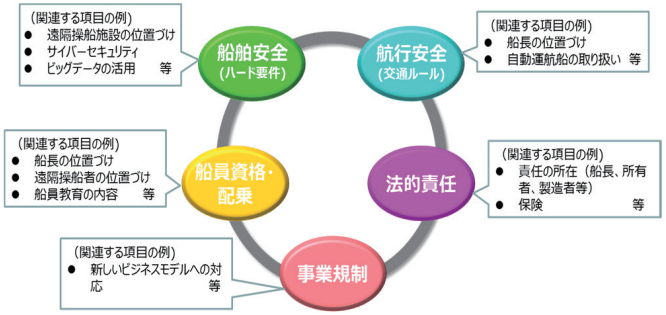

低速着岸の検証

38

自動運航船と海事関係法令の関連（イメージ）

国土交通省

- 自動運航船の導入に当たっては、さまざまな海事関係法令が関連する。



○関係する条約・法律の例

分野	関連国際条約	関連国内法
船舶安全	SOLAS条約等	船舶安全法等
海洋環境保全	MARPOL条約等	海洋汚染防止法
航行安全	COLREG条約	海上衝突予防法等

分野	関連国際条約	関連国内法
船員資格・配乗等	STCW条約	船舶職員法
事業規制	–	海上運送法等
法的責任	92CLC条約等	民法、商法、PL法、船舶油濁損害賠償保障法等

39

交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会

国土交通省

- 国土交通省は、海事生産性革命（i-Shipping ＆ j-Ocean）を深化させるため、昨年12月に交通政策審議会海事分科会海事イノベーション部会の第４回会合を開催。
- 本部会においては、一昨年６月に部会で取りまとめた答申に基づき、現在取り組んでいる施策のフォローアップの実施や新たに取り組むべき課題・施策等について、日本造船業が現在置かれている市場環境を踏まえて、議論がなされた。
- 特に、自動運航船に関して、ロードマップ作成の必要性について関係者間で認識が共有され、実用化に向けたロードマップ骨子案について議論がなされた。

検討テーマ

1. i-Shipping
- ◆ **各フェーズにおける主要施策**；革新的生産技術開発に加えた今後の具体的施策
- ◆ **人材**；日本人の確保・育成策、外国人造船就労者受入制度の今後のあり方
- ◆ **国際対応**；対中国・韓国の公的支援への対応について（WTO,OECD等）
- ◆ **造船業の受注力強化**；我が国造船業の受注力強化（ロット発注対応、公的ファイナンス等）

2. j-Ocean
- ◆ **浮体技術等を活用した新たな市場分野の開拓**
- ◆ **産学官が連携した海洋開発人材育成システムの構築**
- ◆ **製品パッケージ化の推進、ナショナルプロジェクトの活用**

3. 自動運航船
- ◆ **ロードマップの作成**
- ◆ **IMOにおける議論への対応**
- ◆ **世界に先駆けた自動運航船実現に必要な環境整備の推進**

スケジュール

- 平成29年12月22日　海事イノベーション部会（検討開始）
  - ◆ 造船市場の現状と答申の実施状況（i-Shipping）
  - ◆ 自動運航船に関する取組
  - ◆ 海洋開発市場の現状と答申の実施状況（j-Ocean）
  - ◆ 課題の整理
  - ◆ 今後の進め方
- 平成30年1月　海事分科会
  - ◆ 海事イノベーション部会の立ち上げ報告
- 平成30年2月21日　海事イノベーション部会
  - ◆検討結果の報告、見直し・新施策の方向性議論
  - ◆スケルトン提示
- 平成30年3月下旬　海事イノベーション部会
  - ◆ 中間とりまとめ
- 平成30年5月下旬　海事イノベーション部会（結論）
  - ◆ 報告書の取りまとめ

40

まとめ

国土交通省

- 自動運航船は、一層の安全性の向上、不稼働損失の減少等による経済性の向上、船員労働環境の改善、我が国海事産業の競争力向上に寄与
- 今後の展望としては、自動運転車がそうであるように、一足飛びに自動化が進むのではなく、段階的に発展し、少しずつ社会に受容され、普及が進んでいくと考えられる
- 海事立国たる我が国の行政としては、このイノベーションを阻害することのないよう、今後、法的な整理検討も含め、技術の動向を踏まえたタイムリーな環境整備を図っていく方針

41

国土交通省

42