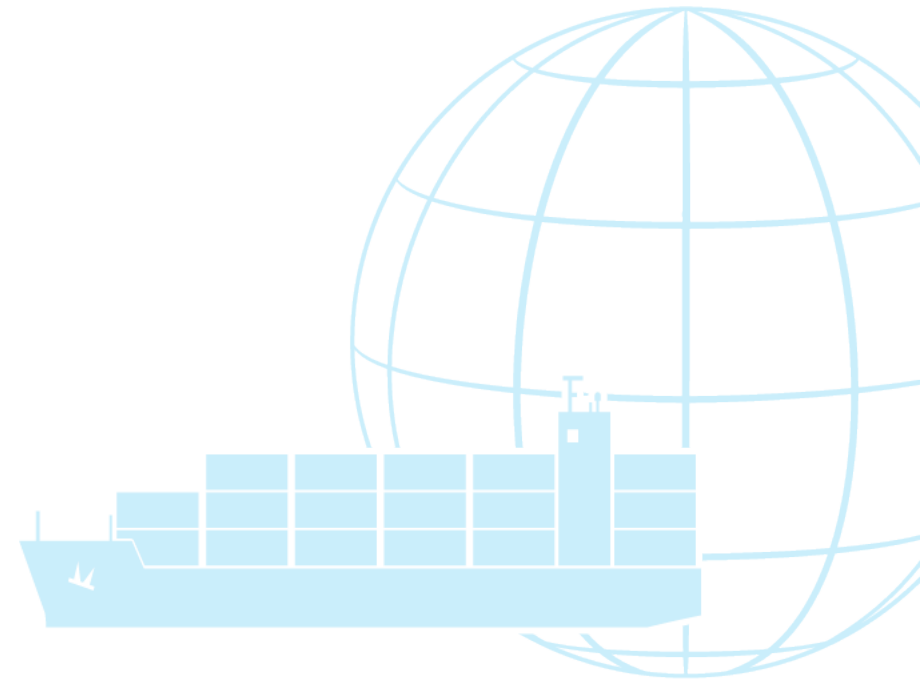


将来的な代替燃料の活用を視野に入れた 内航船のコンセプトデザイン

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所 GHG削減プロジェクトチーム

プロジェクトチームリーダー 小坂 浩之



GHG削減PTのこれまでの取り組みと本発表内容



※GHG: 温室効果ガス

●これまでの取り組み

- ・海技研の流体設計系、環境・動力系、知識・データシステム系、海洋リスク評価系のメンバーが参加

- ・各メンバーの得意分野から、高効率船舶や代替燃料船の知識を共有して活動

例：低速幅広肥大船の開発と経済性評価 第24回海上技術安全研究所発表会 (2024)

GHG削減対策としてのバイオ燃料の活用 第23回海上技術安全研究所講演会 (2023)

船舶分野のカーボンニュートラルに向けた研究開発 Sea Japan (2022)

●本発表内容

GHG削減PTの取り組み例について

- ・内航：将来的な代替燃料の活用を視野に入れた内航船のコンセプトデザイン
- ・外航：国際海運・造船のデータベースの活用



内航海運分野： 将来的な代替燃料の活用を視野に入れた内航船のコンセプトデザイン

背景：内航海運分野における地球温暖化対策の取組



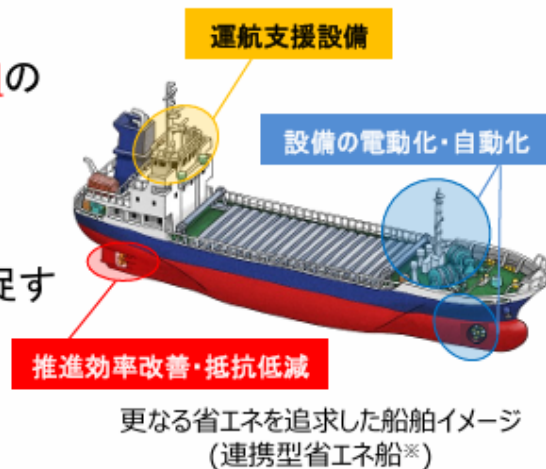
内航海運分野の地球温暖化対策の取組



- 地球温暖化対策計画に掲げられた2030年度のCO₂排出削減目標の達成に向けて、更なる省エネを追求していく
- 我が国の2050年カーボンニュートラル実現への貢献に向けて、先進的な取組を推進

2030年度目標達成のための更なる省エネの取組

- ✓ 更なる省エネを追求した船舶の開発・普及
- ✓ バイオ燃料の活用等の省エネ・省CO₂の取組
- ✓ 荷主等に省エネ船の選択を促す燃費性能の見える化の更なる活用を促進



※荷主・オペレーター等と連携し、省エネ設備や運航支援技術等を活用して、当該船舶の使用や運航形態に応じて効率的な運航・省エネを追求する船舶

2050年に向けた先進的な取組

- ✓ LNG燃料船、水素FC※船、バッテリー船等の実証・導入
- ✓ 水素燃料船、アンモニア燃料船の開発・実証

※Fuel Cell (燃料電池)



水素FC船の開発・実証事業イメージ

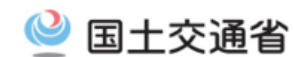
岩谷産業(株)提供

出典：国土交通省HP

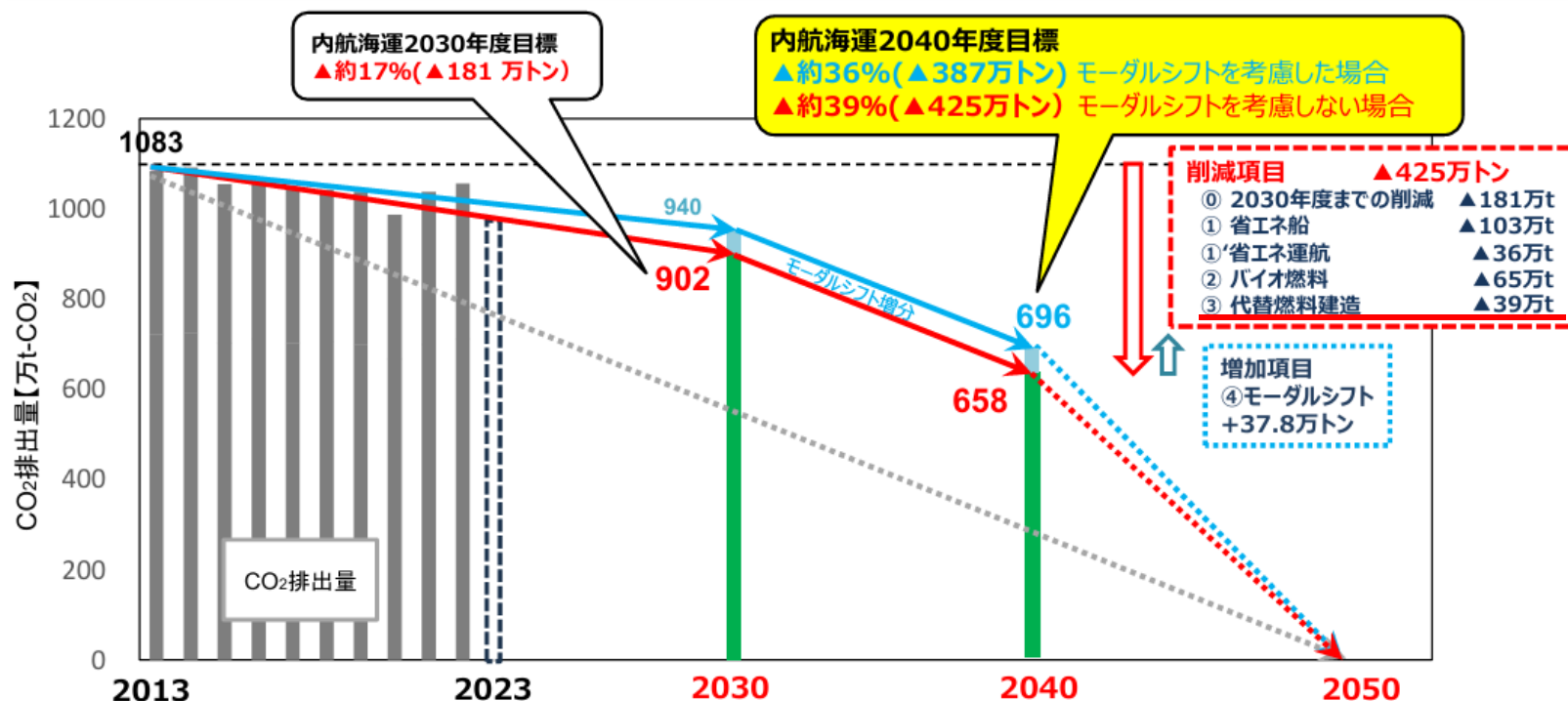
背景：内航海運の2040年度温室効果ガス(GHG)削減目標



内航海運の2040年度温室効果ガス削減目標



- モーダルシフトを考慮しない場合の2040年度削減目標は **▲425万トン (▲約39%)**
2030年目標に向けた取り組みを進めた上で、2040年に向けて以下に取り組む
 - ✓ 省エネ船への転換を継続して実施 (▲103万トン)
 - ✓ 運航改善による省エネ (▲36万トン)
 - ✓ 既存船のCO₂削減に寄与する バイオ燃料の利用拡大を行う (▲65万トン)
 - ✓ **代替燃料船の導入** (▲39万トン)
- モーダルシフトを考慮した場合の2040年度削減目標は **▲387万トン (▲約36%)**

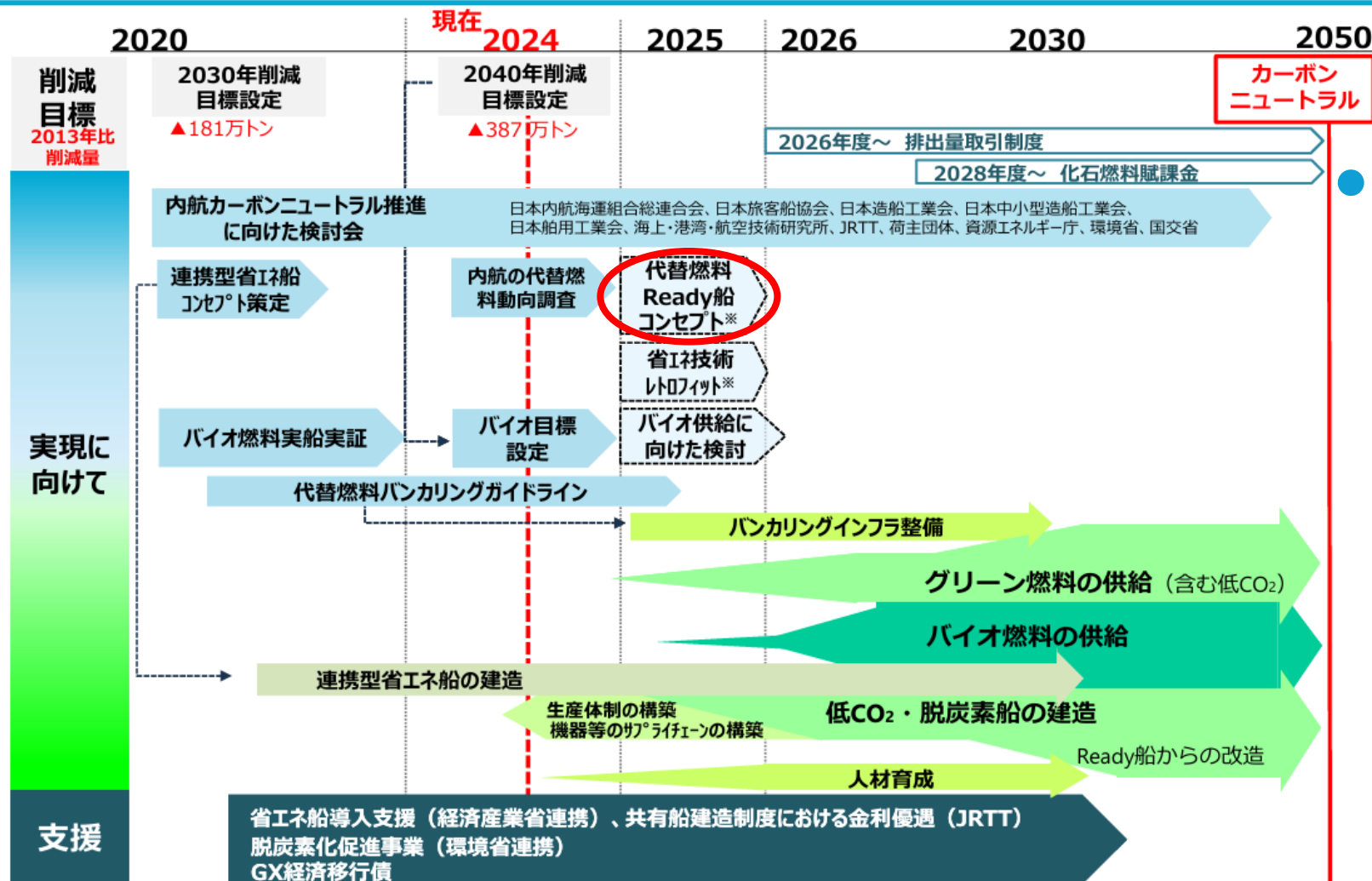
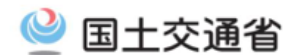


出典：国土交通省HP

背景：内航のカーボンニュートラル実現に向けた対策



内航のカーボンニュートラル実現に向けた全体像



- 内航における代替燃料船の導入促進に向けた方策の一つとして、Ready船のコンセプト検討が挙げられている。

Ready船とは：
将来的な代替燃料の使用を視野に入れ、新造時にあらかじめ将来的な改造を見据えた設計を行った船舶

新造時：重油を使用
改造後：代替燃料と重油を使用（二元燃料）

出典：国土交通省HP

Ready船の例（外航船）



- 外航船においては、将来的なアンモニアやメタノール使用を視野に入れたReady船は多数建造実績がある。
- 船級協会においても、Ready船について、将来的に代替燃料を使用するためのコンセプト設計や部分的な設備の搭載を行った船舶として承認等を行っている。



MAERSK EL PALOMAR（日鮮海運（株））

- 2024年3月竣工（JMU呉事業所）のコンテナ船（総トン数：127,832）
- メタノールReadyの仕様を採用し、DNV Fuel ready Notationを取得。

Source: 日本船舶海洋工学会 西部支部メールマガジン第115号
<https://www.jasnaoe.or.jp/mailnews/west/115/article01.html>



Ready船のコンセプト検討



- 内航海運におけるGHGの大幅な削減に向けては、既存船のエネルギー効率改善のみでは十分でなく、メタノールや水素等の低炭素代替燃料への転換が必須。
- 一方、現時点においては、燃料供給に係るインフラ整備等も十分になされておらず、今すぐ代替燃料船を導入していく環境が十分に整っているとは言えない状況。
- しかしながら、内航船舶は一般に20年程度使用されることから、代替燃料船普及に向けた過渡期対応として、将来的に代替燃料を使用可能とするための改造をすることを見据えた設計の船舶（Ready船）の建造を促進することが、内航海運におけるスムーズな燃料転換に資する。



内航Ready船の建造・運用に向けた課題を整理し、考えられる内航Ready船のコンセプトを検討する。

各代替燃料の評価

- 今後内航海運において導入が期待されている代替燃料（LNG、メタノール、アンモニア、水素）について、燃料の物性、供給インフラの整備状況等を評価。
- 各代替燃料はいずれも重油と比べると単位体積熱量が低く、航続距離を維持する場合タンクサイズの大型化は避けられない。このため、船内のスペースの余裕があまりない、総トン数が増加すると適用される規制が変わる、といった内航船の事情を踏まえた検討を行うことが必要。

各燃料の物性		A重油 ²⁾	メタン (LNG)	メタノール	エタノール ³⁾	アンモニア	水素
液体密度 ¹⁾ (温度)	kg/m ³ (°C)	866 (15)	426 (-164)	796 (15)	794 (15)	681 (-33)	71 (-253)
低位発熱量 ¹⁾	MJ/kg	42.8	50.0	19.9	27 ⁴⁾	18.6	120.0
低位発熱量※ (液の体積当たり)	GJ/m ³	37.0	21.3	15.9	21.4	12.7	8.5
沸点 ¹⁾ (大気圧下)	°C	-	-164	65	78	-33	-253
備考				有毒		有毒	

※A重油と同等の航続距離を維持するために必要なタンクサイズ

1) MSC 104/15/30 Necessity of deliberations on operational safety measures and fire safety measures (2),3)以外)

2) 海技研で入手したもの

3) <https://www.engineering.com/pdfs/bf0c2aef4d8a598f9e5972be04c5f7ec.pdf>

4) https://www.mlit.go.jp/jidosha/alcohol/01/08_1.pdf

※液体密度と低位発熱量から算出

検討対象船舶



- コンセプトデザインを作成する船種・サイズの選定については、Ready船の実現性に加え、CO₂削減の寄与（1隻当たり、1隻×隻数当たり）等から検討。

船型別構成（令和5年3月）

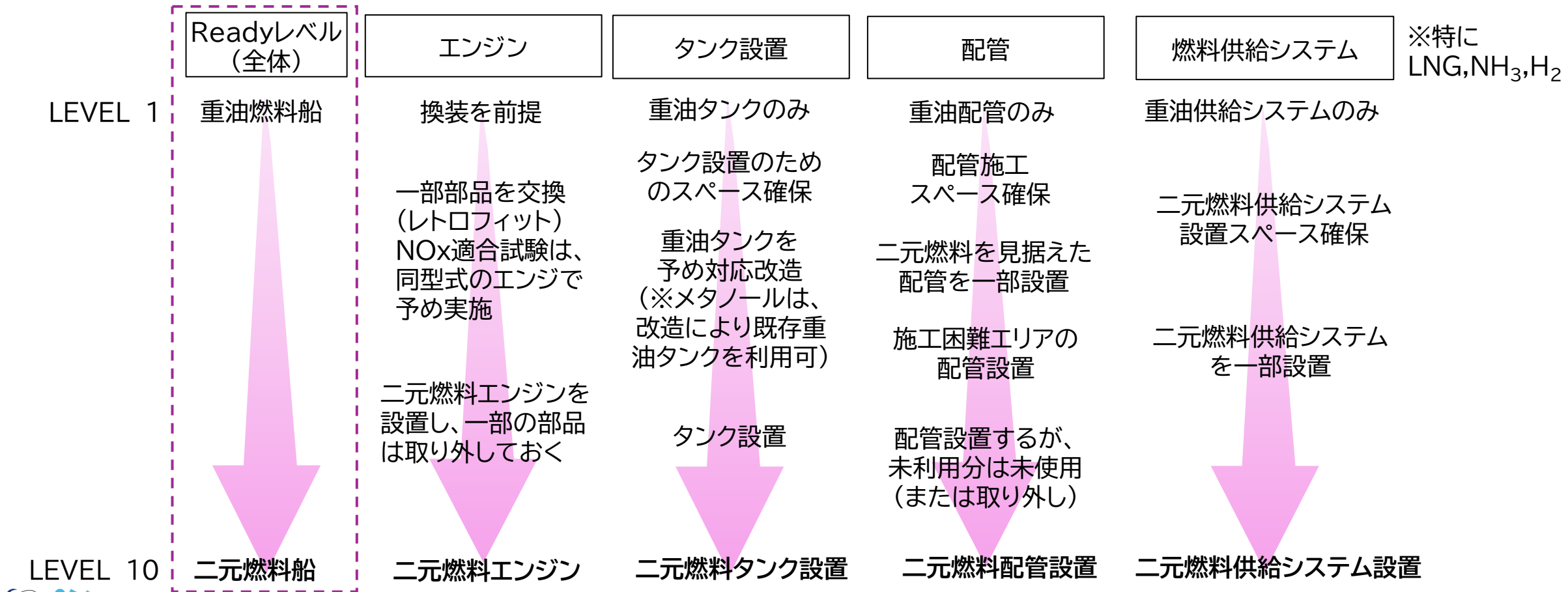
	隻数	構成比 [%]	総トン数	構成比 [%]
～19総トン	1,174	22.5	17,599	0.4
20～99総トン	292	5.6	21,105	0.5
100～199総トン	637	12.2	108,001	2.3
200～299総トン	381	7.3	99,766	2.1
300～399総トン	220	4.2	76,164	1.6
400～499総トン	1,086	20.8	532,664	11.5
500～699総トン	212	4.1	128,842	2.8
700～999総トン	528	10.1	430,588	9.3
1000～1999総トン	203	3.9	295,399	6.4
2000～2999総トン	87	1.7	220,877	4.7
3000～4499総トン	207	4	769,660	16.5
4500～6499総トン	63	1.2	329,490	7.1
6500総トン～	123	2.4	1,621,561	34.9

出典：日本内航海運組合総連合会、内航海運安定基金 内航海運の活動 令和5年度版

コンセプトデザインの作成

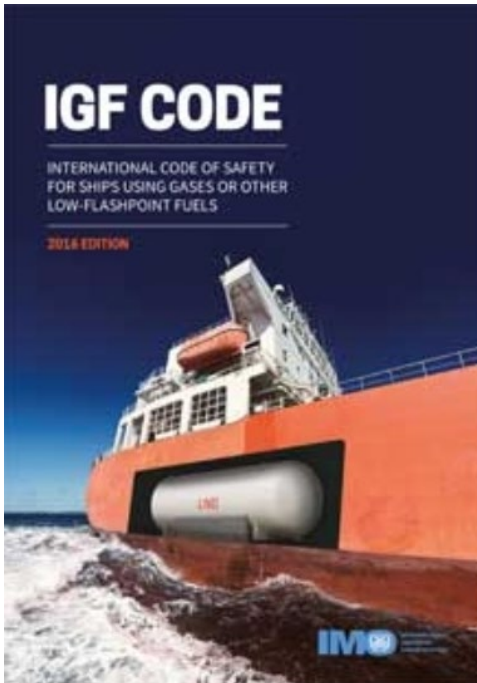
- Ready船において、代替燃料に対応するための各設備を建造時点であらかじめ導入するか、改造時に導入するかについては、「初期費用」と「後からの改造の困難さ」のバランスにより選択されるものと考えられる（Ready船のレベル）※。各機器のコストや船内スペースの都合等を考慮し、適切なレベルを検討する。

※新燃料の供給体制が整備されない場合等は、二元燃料船への改造を行わないケースもあり得るため

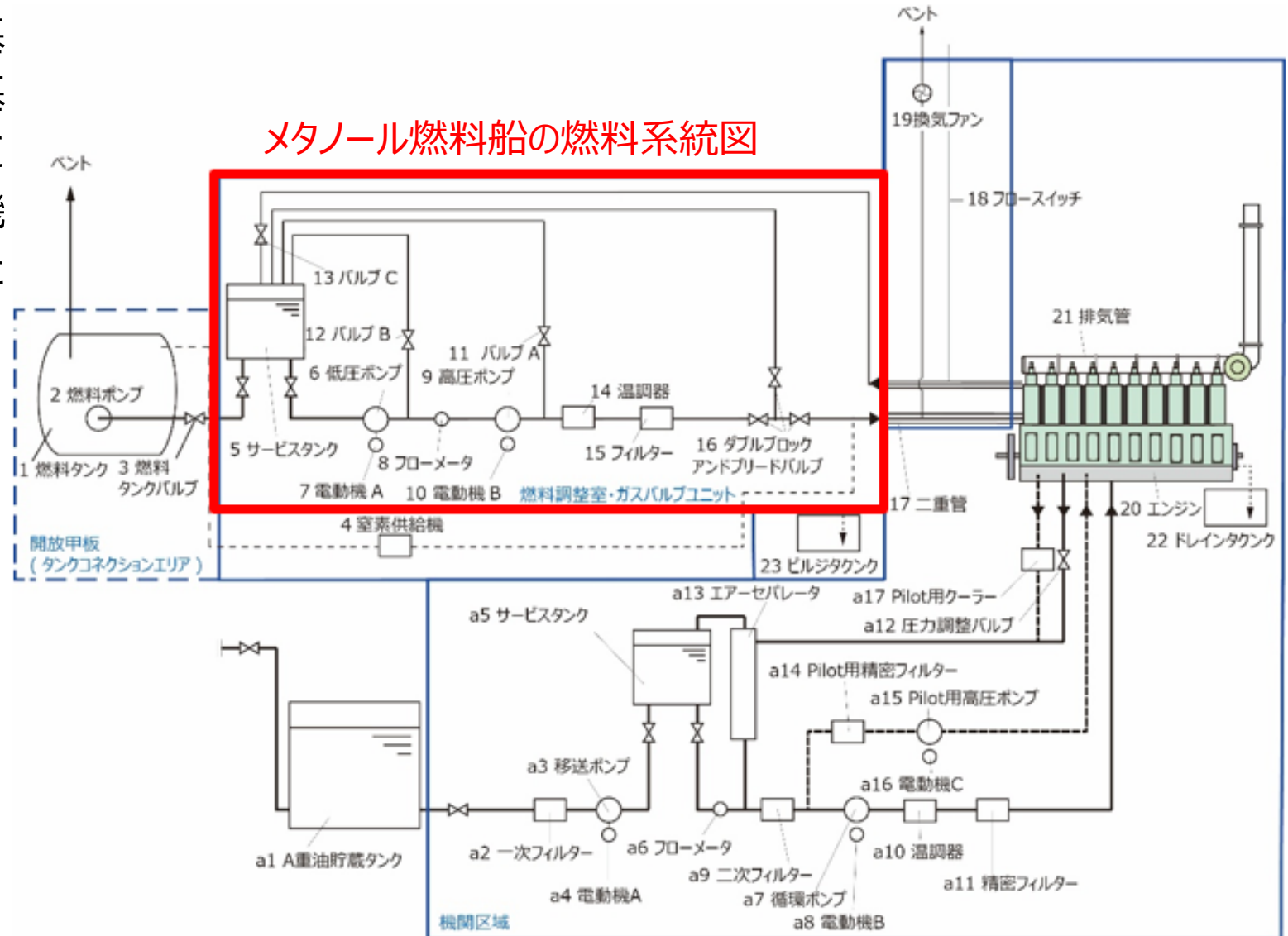


コンセプトデザインの作成

- 国際海事機関（IMO）の安全基準・ガイドラインを踏まえ安全基準要件を整理した上で、将来的に代替燃料の仕様に必要となる機器・タンクの設置を視野に入れた設計を検討。



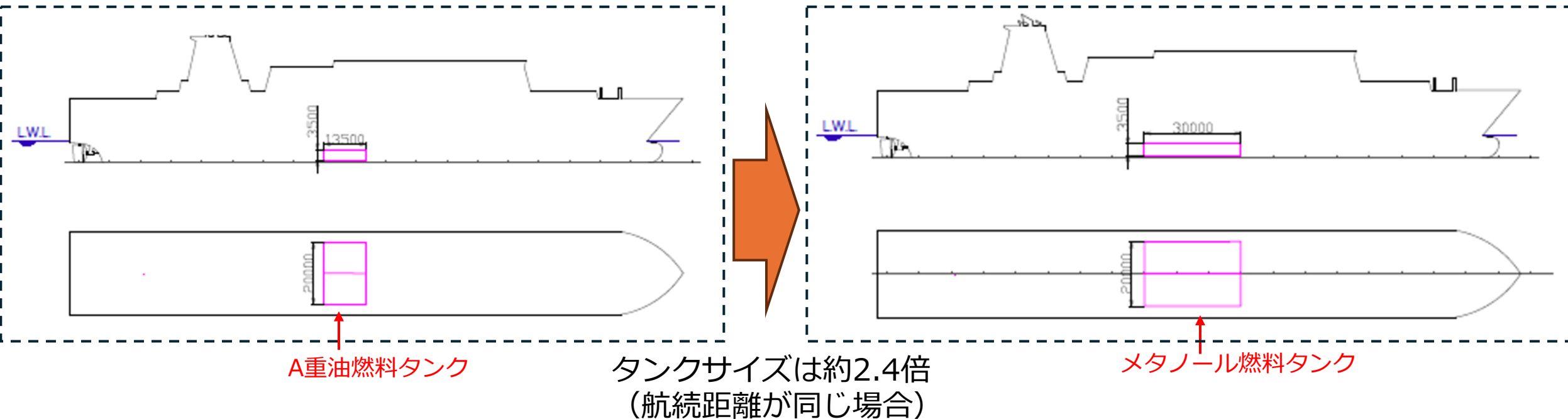
メタノール燃料船の燃料系統図



コンセプトデザインの作成

- 内航船においては、外航船と比べてスペースが限定的であり、航続距離（タンクスペース）と貨物スペースのどちらを優先するかを選択が必要になるケースもあり得る。
- このため、内航船のオペレーションも踏まえた検討が必要。

例：内航フェリー（15,000トン）における燃料タンクサイズの比較
（左：A重油、右：メタノール）



※タンクサイズ・配置のイメージを図示したものであり、規制との整合性確認や復原性計算等を行っていない。



外航海運分野： 国際海運・造船のデータベースの活用

国際海運・造船データベースの活用



- 国際海運・造船業界において、船舶の仕様・動静・貨物等の各分野のデータベース(DB)が複数存在するが、これらの情報は連携されておらず、複数分野の情報を同時に使用した分析は困難。
- これらのDBを有機的に連携・連結することにより、従来より複雑な計算・シミュレーションを実施する。

➡ 国の政策立案や民間の企業活動へのさらなる支援へ（温室効果ガス削減評価や船舶需要予測等）

主な国際海運・造船データベース	対象船	船舶仕様	船舶動静	海運市況等	貨物	燃料消費量
Clarkson: Shipping Intelligence Network	約8.6万隻	△		○	△	△
Clarkson: World Fleet Register	約18.3万隻	○				
S&P Global: Sea-web Ships	約27.0万隻	○				
S&P Global: Sea-web Movement	約13.5万隻		○		△	
Lloyd's List Intelligence: Seasearcher	約14.4万隻	○	○			
Venson Nautical: Oceanbolt	約2.3万隻				○	
EMSA: EUMRV, GHG emission report	約1.3万隻				△	△

○：網羅的 △：部分的

個船ベースのCO₂排出量分析

- 複数DBの連携により、世界中の主な個船（約3万隻）の全てに対して、
 - ①動静（運航経路）を把握
 - ②CO₂排出量を把握
- 国際海運における個船ベースの詳細なCO₂排出量分析・シミュレーションを行う。

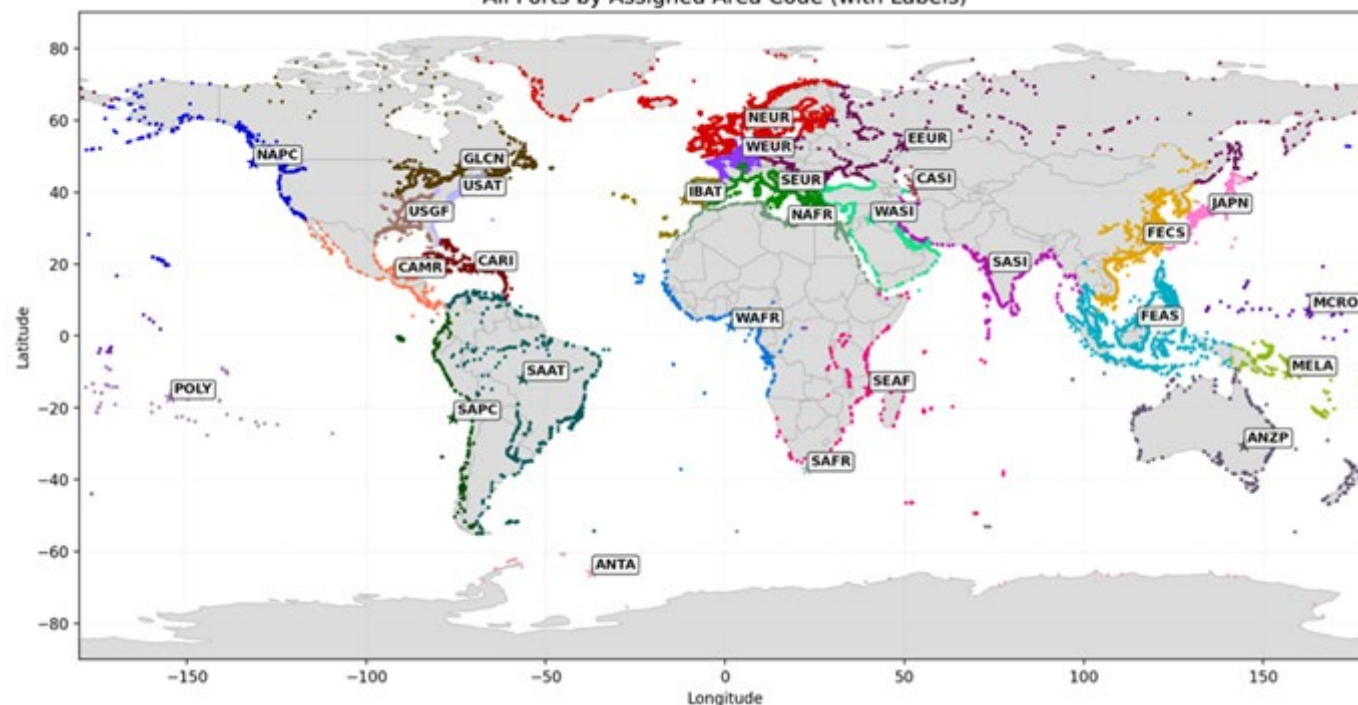


可能となる分析の一例：

- ◆ 世界中の港湾における新燃料バンカリング体制の整備状況に関する情報との連携
- ◆ 国際海運に排出権取引制度が導入された場合におけるクレジット動向・効果分析

地域分類（Lloyd's List）

All Ports by Assigned Area Code (with Labels)

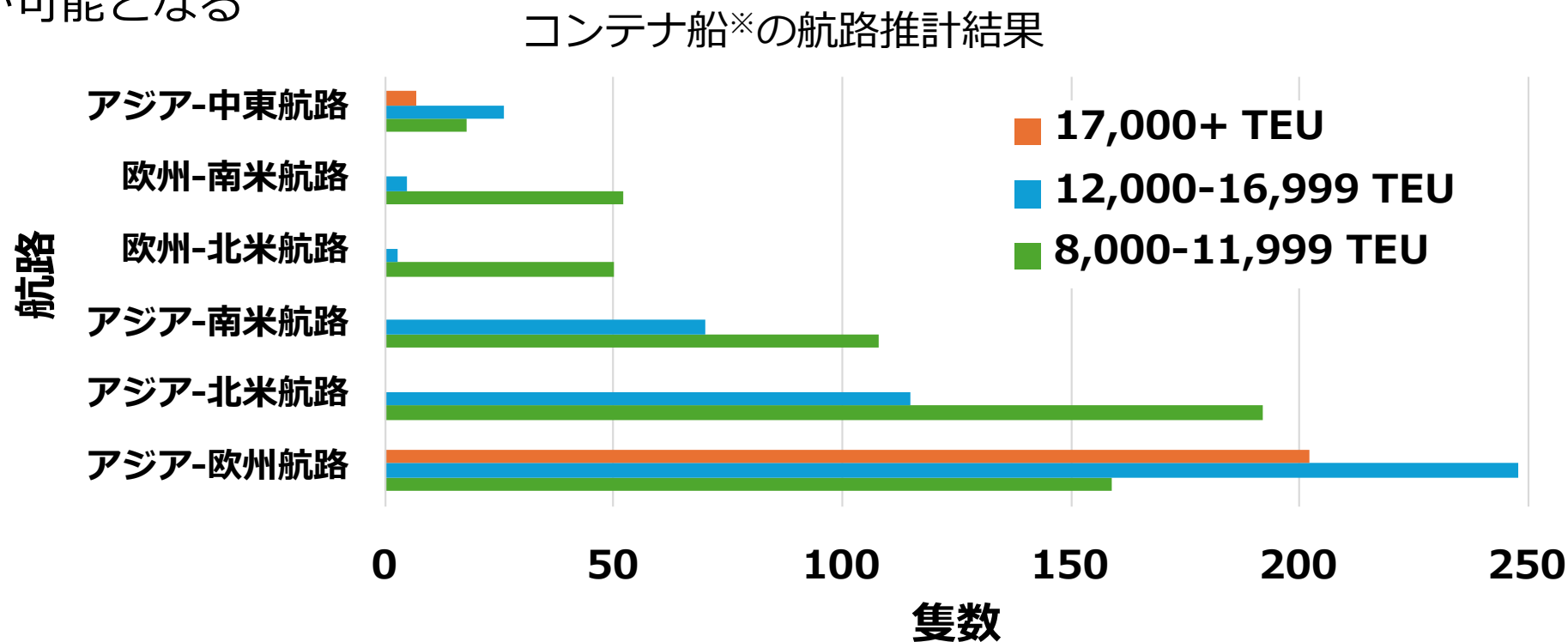


船舶動静の把握



- 船舶仕様（Clarksons）と船舶動静（Lloyd's List）のデータベースを組み合わせ、世界中の各個船の運航経路を把握。

→新燃料のバンカリング体制が整いやすい主要港湾を運航する船舶から新燃料導入が進む等の分析が可能となる



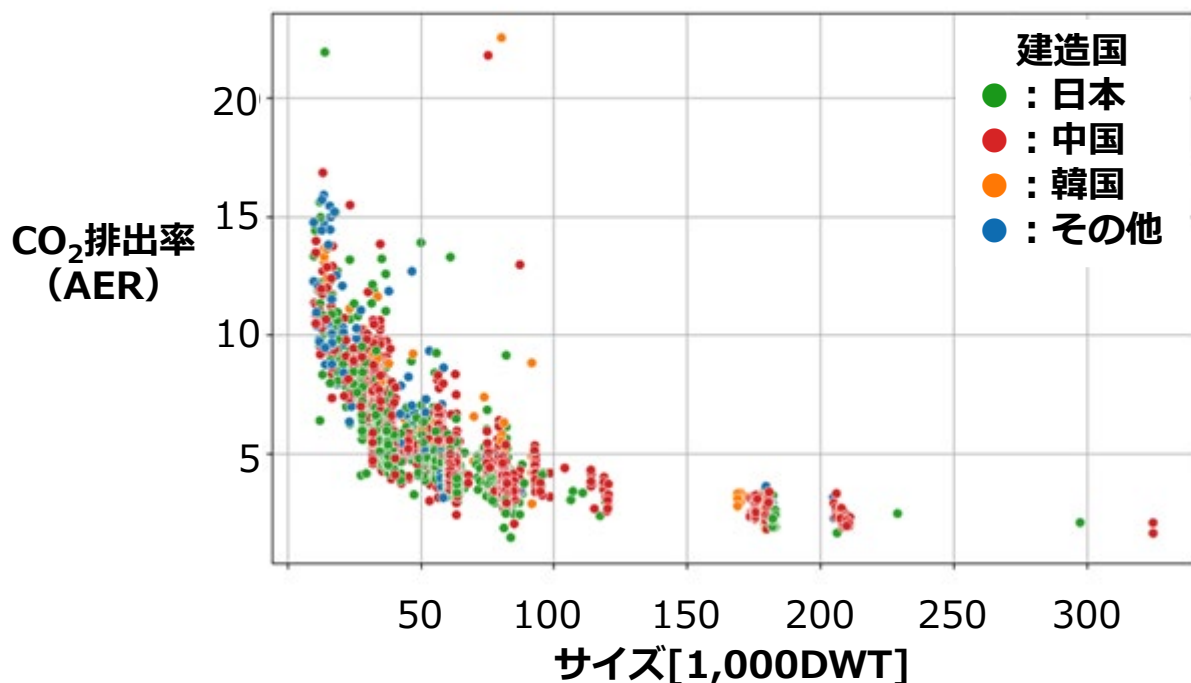
※8,000TEU以上のコンテナ船1,383隻の航路推計結果（内128隻は上記以外の航路）

CO₂排出量の把握

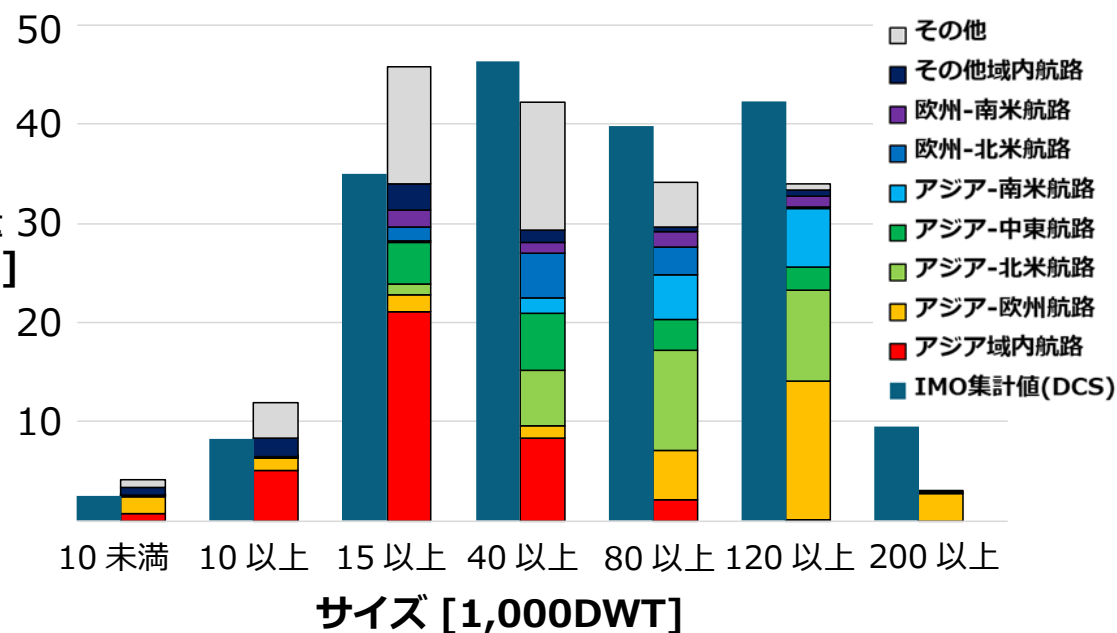


- 欧州の船舶に関する航海距離や燃料消費量に関する詳細データベース（EU MRV※）を用いて、各船種・建造国毎のCO₂排出率（AER※：CO₂トン/（DWT・マイル））を推計。
- 推計したCO₂排出率を全世界の船舶に適用することにより、国際海運における個船ベースでのCO₂排出量を把握。

バルカーのCO₂排出率推計



コンテナ船のCO₂排出量
IMO集計値 (DCS※)と航路別推計値の比較



※MRV: Monitoring, Reporting and Verification
AER: Annual Efficiency Ratio [t-CO₂/Dwt/mile]
DCS: Data Collection System



【内航海運分野】 将来的な代替燃料の活用を視野に入れた内航船のコンセプトデザイン

- 海技研は、わが国内航海運における温室効果ガス削減目標の達成に向け、代替燃料の導入促進に係る技術的課題への対応等を通じて、引き続き貢献していく。
- その中で、将来的に低炭素代替燃料の供給インフラ等が整備された場合において、スムーズに内航海運における代替燃料導入が進むことを目標に、将来的な代替燃料の活用を視野に入れた内航船のコンセプトデザインを検討している。

【外航海運分野】 国際海運・造船のデータベースの活用

- 国際海運・造船のデータベースを活用した個船の詳細な分析等を通じて、国の政策立案や民間企業の活動への支援（GHG削減評価や建造需要予測等）を今後も継続的に実施。