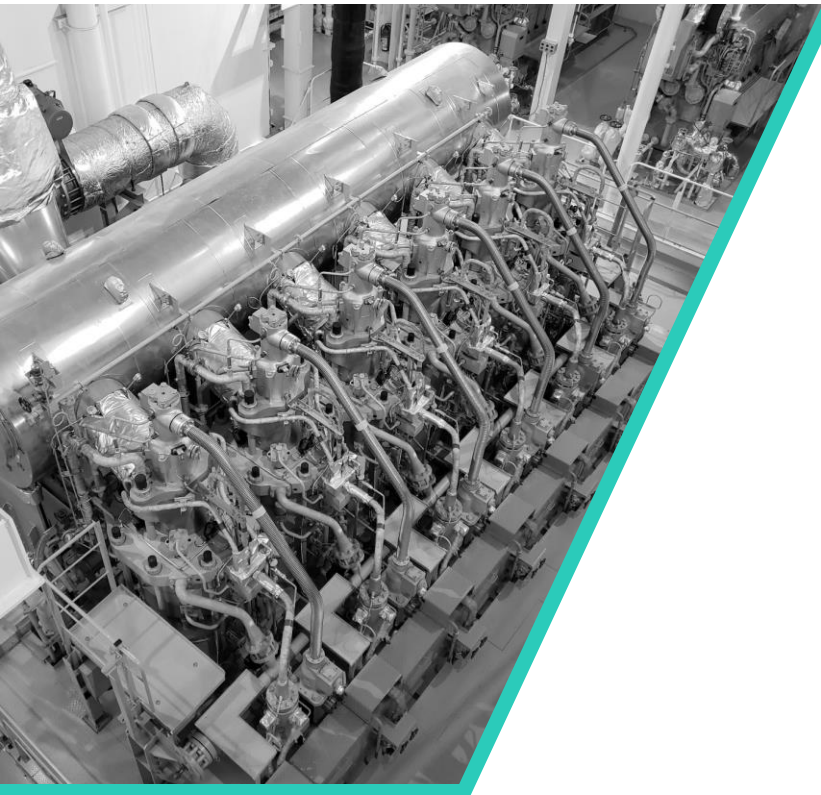




ジャパンエンジンコーポレーションの次代を動かすテクノロジー J-ENG, New Technologies for the Future

2023年5月25日



1. J-ENGとUEエンジンについて
2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略
3. 新機種UEC60LSH/LSJA
4. 超低燃費UEC-LSJ
5. アンモニア燃料エンジン
6. 水素燃料エンジン
7. デジタル技術

三菱重工船用機械エンジン株式会社

船用エンジン事業

- UEエンジン開発
- ライセンスビジネス
- アフターサービス

1955 UE初号機製造

船用機械事業

- MET過給機
- 船用タービン/ボイラ
- 舵取り機 他

ジャパンエンジンコーポレーション 2017年4月 発足



神戸発動機株式会社

- UEエンジン製造
- アフターサービス

1957 UEライセンス契約

高度技術支援

三菱重工業株式会社

総合研究所

技術戦略推進室

バリューチェーン本部

ICTソリューション本部

ジャパンエンジンコーポレーション

三菱重工業における約70年間(1955～2016)に亘る純国産ブランド **UEエンジン**の開発・製造を継承した、
開発・設計・製造・アフターサービスに一貫体制でワンストップ対応する、**世界で唯一のライセンサー**

- ⇒ **エンジン開発のエキスパート集団** + 一貫体制を支える多様な組織・人的リソース
- ⇒ **三菱重工業総合研究所**の活用、蓄積された要素技術の活用
- ⇒ エンジン製造に係る国内サプライチェーンと、多くの国内外友好顧客基盤を有する



UEエンジン

海外ブランドに対抗出来る唯一の純国産低速2ストロークエンジン

- ⇒ 純国産技術による開発であり、**コア技術が海外へ流出しない**
- ⇒ キーテクノロジーは全て自社開発であり、**ブラックボックスがない**
- ⇒ 国内エンジンメーカへの**ライセンス供与**による、製品の普及拡大に努める
- ⇒ 一方、国内先行者利益享受の後には、海外への技術移転も視野に、
市場シェアの更なるアップを目指す

UE機関 累計生産4,000万馬力達成



UEエンジン開発の変遷



6UEC50LSH-Eco

5UEC50LSJ

6UEC42LSH-Eco

6UEC33LSH

6UEC35LSJ



6UEC50LSE



6UEC35LSE-Eco



8UEC60LSII-Eco

1955

1960 1970 1980 1990 2000 2005 2010 2015 2020 2025

H₂ UEC35LSGH
NH₃ UEC60LSJA
NH₃ UEC50LSJA
 UEC60LSH-Eco

UEC35LSJ

UEC33LSH

UEC42LSH-Eco

UEC50LSJ

UEC50LSH-Eco

UEC33LSE

UEC80LSE-Eco

UEC35LSE

UEC35LSE-Eco

UEC45LSE-Eco

UEC45LSE

UEC50LSE

UEC50LSE-Eco

UEC60LSE

UEC60LSE-Eco

UEC68LSE

UEC52LSE

UEC52LSE-Eco

UEC-LSII

UEC-LSII-Eco

UEC-L/LA/LS

UEC-H/HA

UEC-A/B/C/D/E

Eco, LSJ : Electronically controlled engine

中国

韓国

日本

CSE

CSSC Engine Co., Ltd.
(Qingdao)



HHI

Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.
(Ulsan)



YMD

Yichang Marine Diesel Engine Co., Ltd.
(Yichang)



GDF

Guangzhou Diesel Engine Factory Co., Ltd.
(Jingjiang)



YDE

Zhejiang Yungpu Diesel Engine Co., Ltd.
(Ningbo)



BDD

Shipbuilding Industry Corporation (SBIC) /Bach Dang Demco
(Haiphong, Vietnam)



ジャパンエンジン

本社工場
(兵庫県明石市)

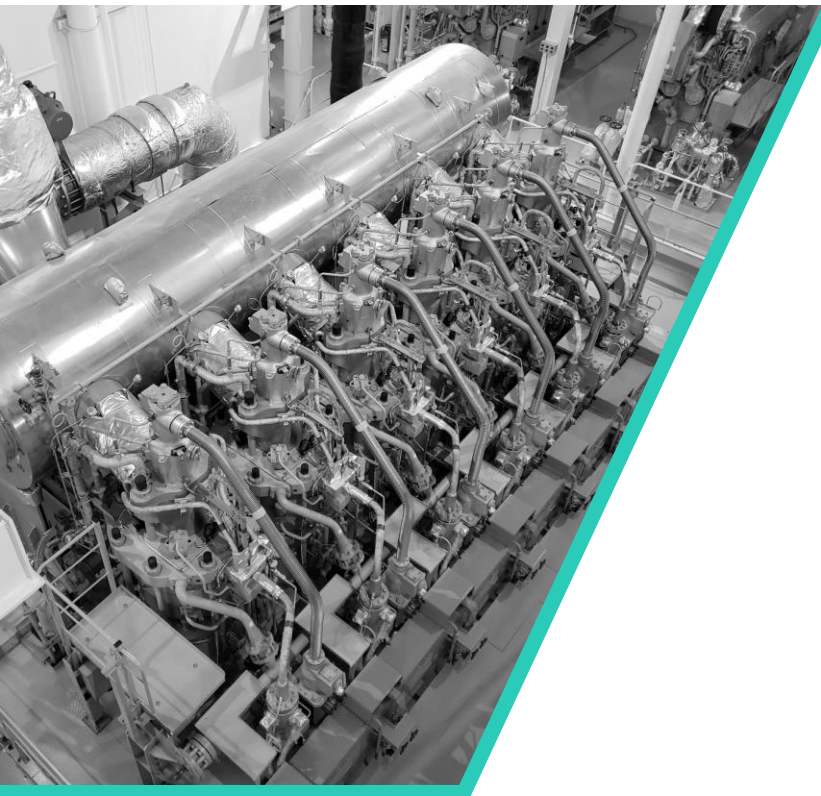


赤坂鐵工所

本社工場
(静岡県焼津市)



ベトナム

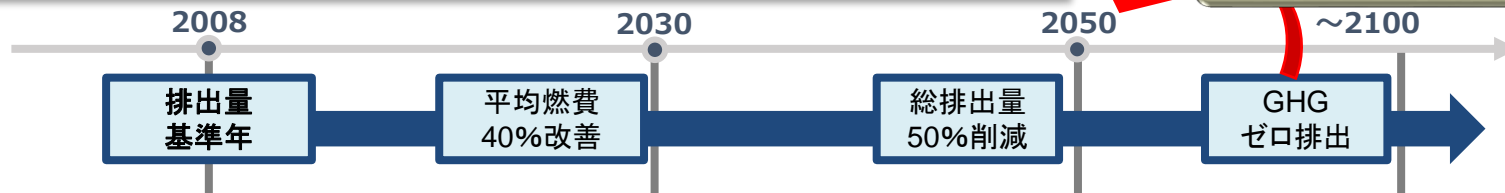


1. J-ENGとUEエンジンについて
- 2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略**
3. 新機種UEC60LSH/LSJA
4. 超低燃費UEC-LSJ
5. アンモニア燃料エンジン
6. 水素燃料エンジン
7. デジタル技術

国際海運のカーボンニュートラルに向けた最新の動き

2015年パリ協定⇒2018年 IMO-GHG削減戦略

カーボンニュートラルへ
向けた動きが大きく加速



2021年10月 国土交通省 『国際海運2050年カーボンニュートラルを目指し、IMOに提案』を表明

2021年10月 日本船主協会 『2050年GHGネットゼロへの挑戦』を表明

2021年10月 G20首脳宣言

2021年11月 COP26（第26回気候変動枠組条約締約国会議）

2022年 5月 G7 気候・エネルギー・環境大臣会合

2022年 6月 IMO-MEPC78 GHG削減戦略改定の議論を進めることで合意

2022年11月 COP27（第27回気候変動枠組条約締約国会議）

2022年12月 IMO-MEPC79 GHG削減戦略の見直し作業を継続。次回MEPC80での採択を目標に
2050年GHGネットゼロ、2040年GHG総排出量50%削減などの意見が出され、継続協議。

2023年 7月 IMO-MEPC80 開催予定

IMOにおけるGHG削減へ向けた中期・長期対策

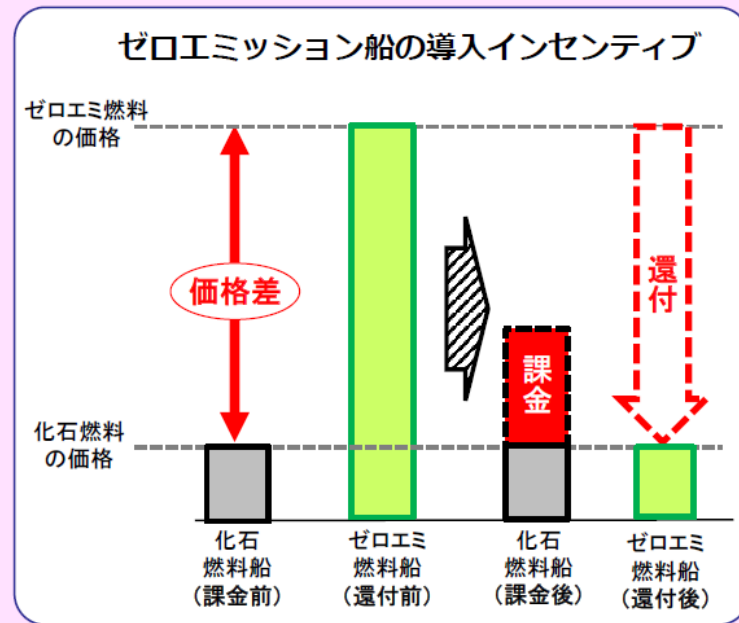
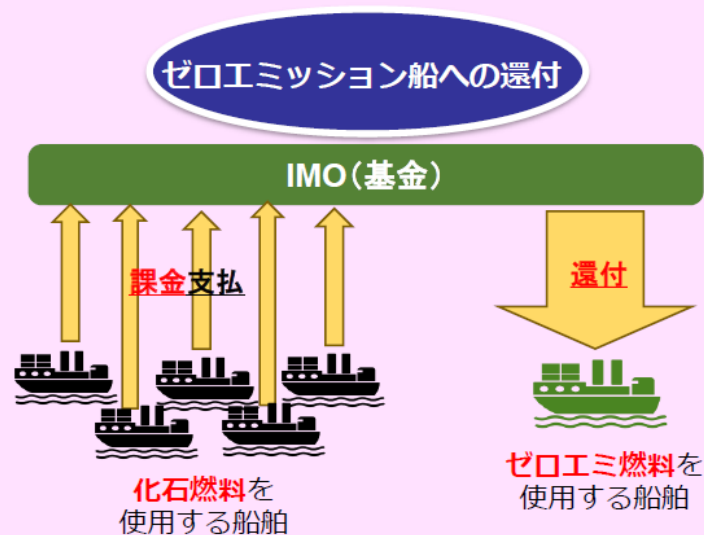
- GHG削減へ向けた経済的・規制的手法が議論されており、段階的に適用される見込み
- ゼロエミ燃料・技術の普及を促進するため、First mover へのインセンティブ付与等、日本国が積極的に提案している。⇒次世代燃料エンジンへの移行・普及拡大が見込まれる。



出典：国交省「国際海運の2050年カーボンニュートラル達成に向けて」

- 日本は経済的手法として、化石燃料への課金(fee)と、ゼロエミ燃料への還付(rebate)を組み合わせ、**課金・還付(feebate)制度を提案**。

【Feebate制度のイメージ】



2

規制的手法の提案（EU提案のGFS：GHG Fuel Standard）

- 使用した燃料の年間GHG排出強度（単位エネルギー当りのCO2排出量）を段階的に規制。
- 船上における排出量だけではなく、燃料の製造過程を含めた燃料のライフサイクル全体のGHG排出量を規制。
- 規制値は改定するGHG削減戦略が掲げる目標に従う。（右下表）

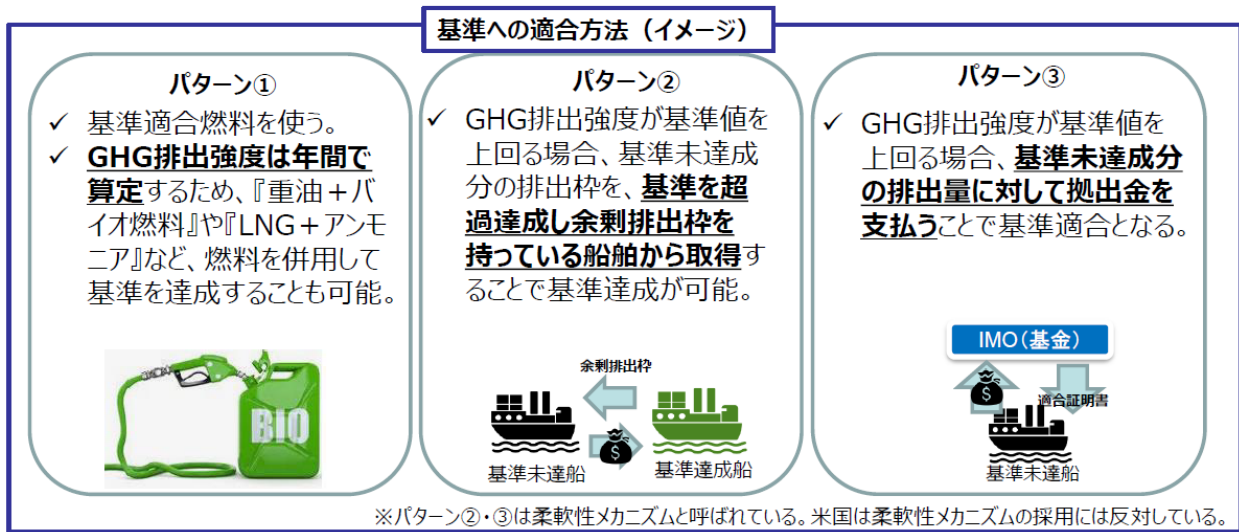
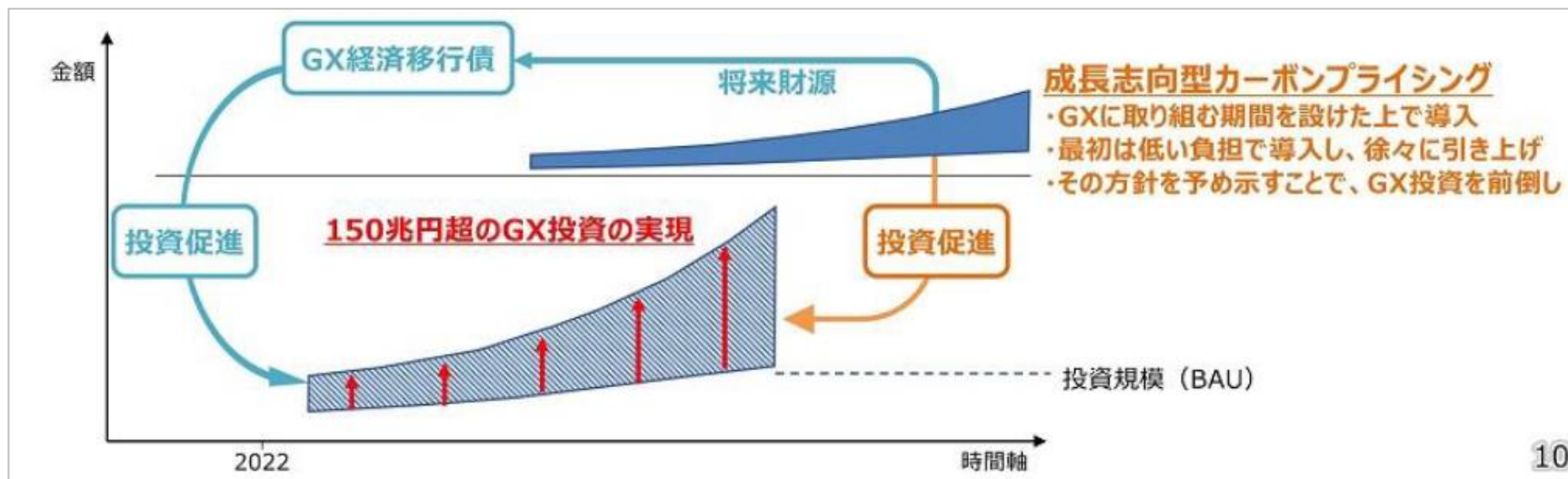


Table 1: Illustrative example of GHG intensity pathways (fuel GHG intensity relative to 2008)

	High ambition	Current minimum ambition of the Initial IMO Strategy
2020	Current value	Current value
2025	95%	95%
2030	85%	85%
2035	70%	75%
2040	50%	65%
2045	20%	50%
2050	0%*	35%**

出典：国交省「船用燃料のライフサイクルGHG排出量評価(LCA)ガイドラインの検討状況」

- 今後10年間に150兆円超の官民GX投資を実現し、国際公約と産業競争力強化・経済成長を同時に実現する為に『**成長志向型カーボンプライシング**』について議論されている。
- 『**先行投資支援**』と『**排出削減を促進する措置(賦課金と排出権取引制度)**』の両輪でGX投資を加速化

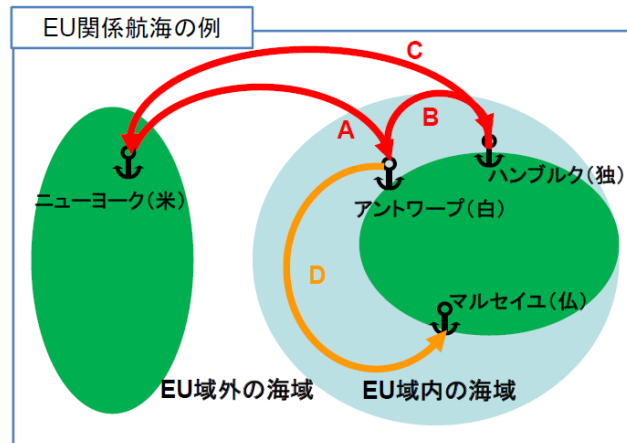


出典：環境省「成長志向型カーボンプライシング構想について」

- 欧州全体の脱炭素化に加え、国際海運の脱炭素化を進めるための独自規制を検討。
- 既存のEU-ETS（排出量取引制度）の対象に国際海運を含める。
- 総トン数5000トン以上の船舶に対し、EU域内の港湾に発着する航海において **GHG排出量に対し、排出枠の取得義務**を設ける。

EU-ETSの適用対象

- ◆ A,C : 排出の50%
- ◆ B,D : 排出の100%



年	排出枠(案)
2025	2024年の排出量の 40%
2026	2025年の排出量の 70%
2027～	前年の排出量の 100%

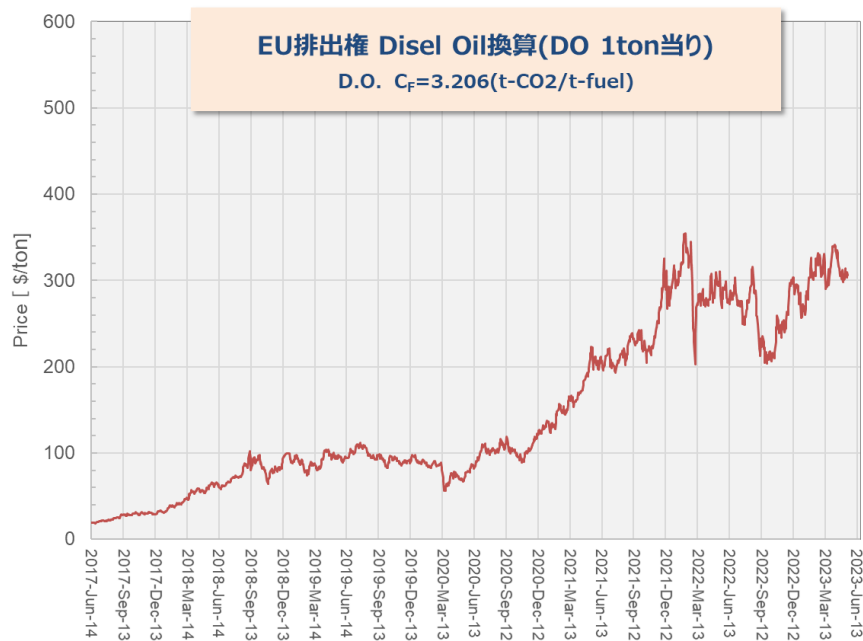
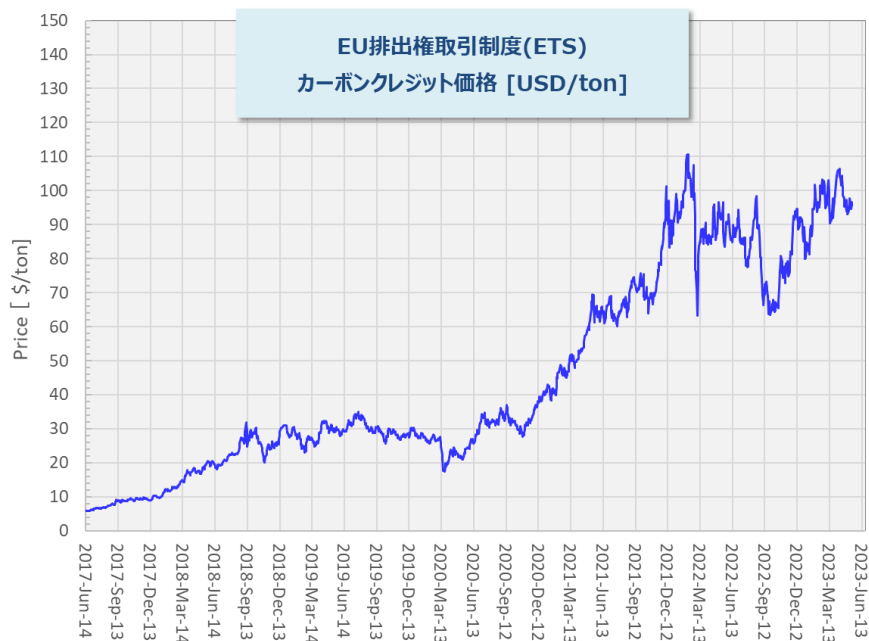
**2024年1月1日
発効予定**

- **排出枠取得義務は徐々に強化**

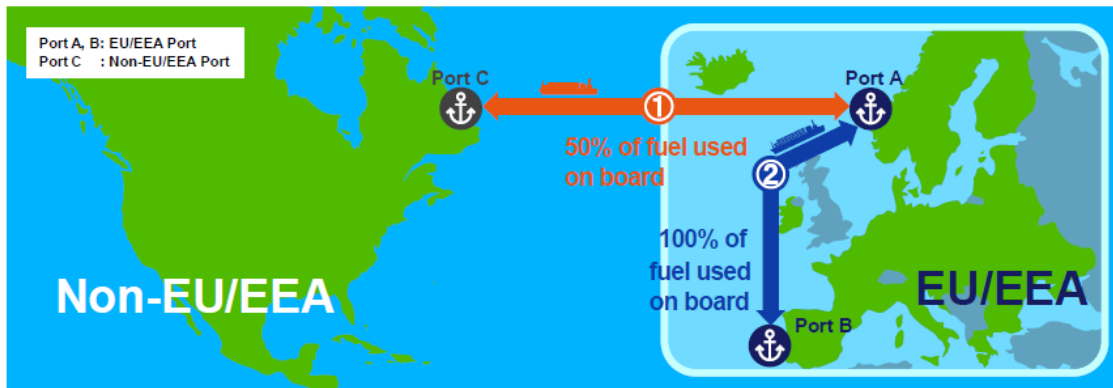
出典：国交省「国際海運の気候変動対策の全体像」

EU-ETS カーボンクレジット価格動向（排出権先物取引）

- カーボンクレジット価格は、100 USD/ton-CO₂ レベルまで上昇している。
- Diesel Oil ($C_F=3.206[t\text{-CO}_2/\text{to-fuel}]$) x 1ton から発生するCO₂排出量当りへ換算すると、約 300 USD/ton-fuel レベルに相当する。



- 総トン数5000トン以上の船舶に対し、EU域内の港湾に発着する航海において **1年間に使用した燃料のGHG強度指標**が一定の規制値を超えないことを義務付ける「**FuelEU Maritime**」の議論が進行中。
- 基準を満たさない船舶には**罰金**が科せられる。



年	規制値(案)
2025.1.1-	-2%
2030.1.1-	-6%
2035.1.1-	-14.5%
2040.1.1-	-31%
2045.1.1-	-62%
2050.1.1-	-80%

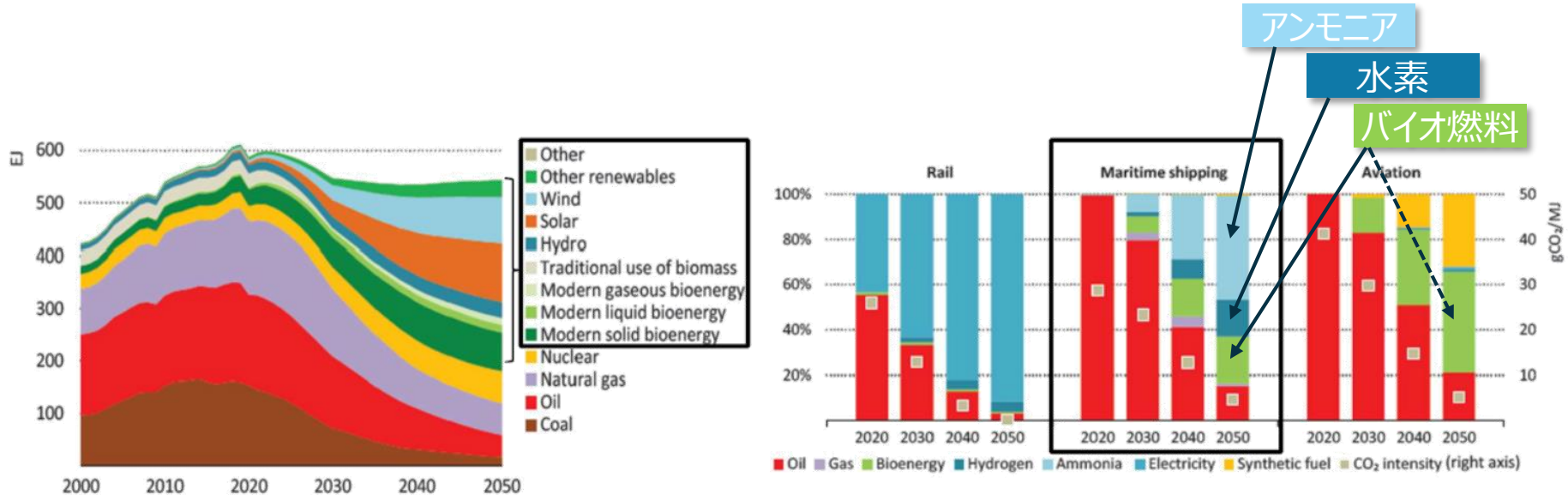
※基準年：2020年平均値

**2025年1月1日
発効予定**

- **5年毎に段階的に基準値が厳しくなる。**

国際エネルギー機関(IEA)が、2050年までにGHGネットゼロを達成するための燃料動向を予測

- 社会全体では再生可能エネルギーが2/3程度を占めると予測
- 2050年時点、国際海運向け燃料の60%程度が水素・アンモニアに置き換わると予測。
- 海運部門では、アンモニア、水素、バイオ燃料が主体と予測



(出典)IEA 2021; Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector, <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>, License: CC BY 4.0

2050年時点、国際海運向け燃料の42%程度がアンモニア・水素に置き換わると予測。

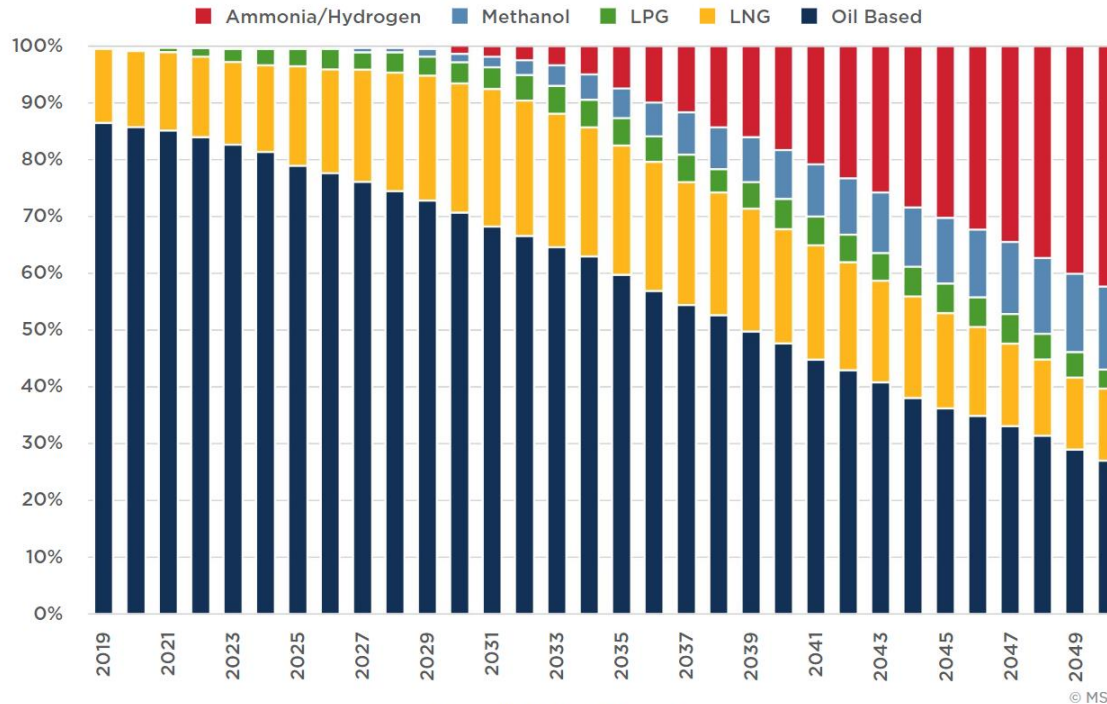
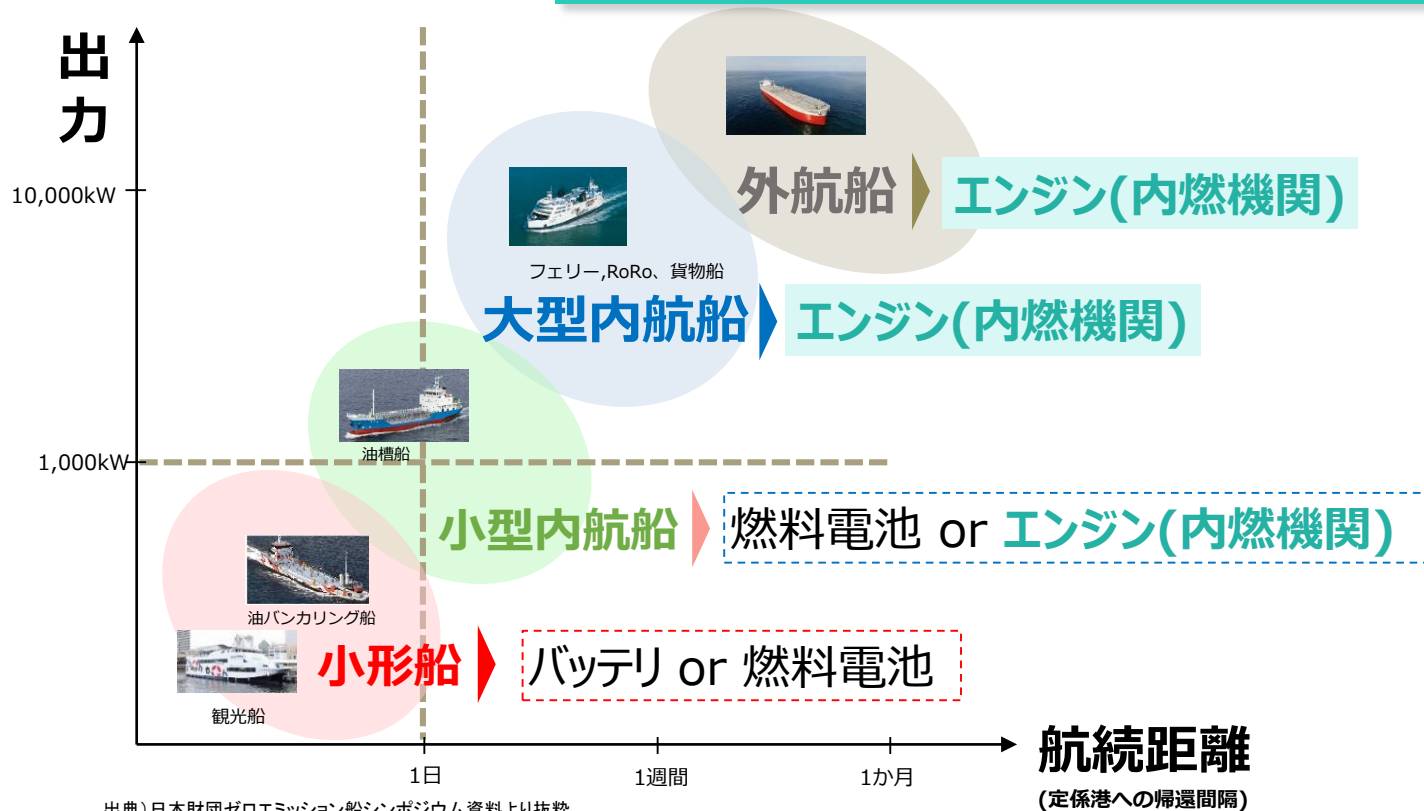


Figure 71: Fuel mix forecast.

出典 : ABS “Setting the Course to Low Carbon Shipping: Zero Carbon Outlook”

大型内航船・外航船には、内燃機関が必要



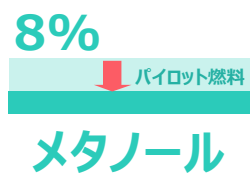
出典) 日本財団ゼロエミッション船シンポジウム資料より抜粋

低炭素・脱炭素燃料によるGHG削減率

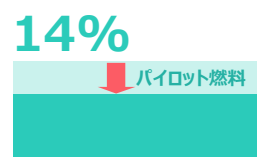
脱炭素燃料
N2Oの発生を抑制しつつ、アンモニアの混焼率を高めることが技術課題

低炭素燃料（化石燃料由来）
GHG削減効果 25%以下程度
⇒ ブリッジソリューションの位置づけ

ブリッジソリューション

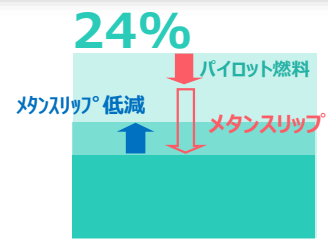


メタノール

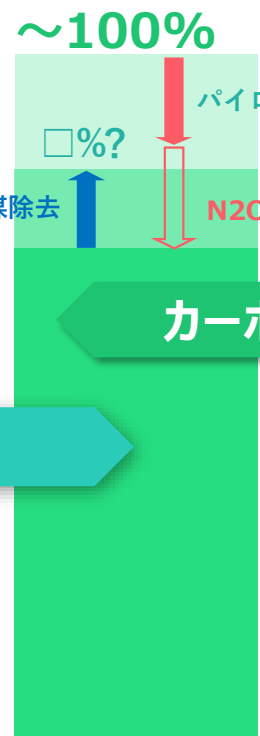


LPG

低炭素燃料



LNG



アンモニア

脱炭素燃料

カーボンニュートラル



水素

低炭素・脱炭素燃料の比較

燃料	重油	メタノール	LPG (プロパン)	LNG (メタン)	アンモニア	水素
GHG削減率	0 (ベース)	8 %	14 %	24 %	100 %	100 %
パイロット燃料		数%必要	数%必要	数%必要	□%必要	数%必要 ⇒火花着火
GHG削減率 悪化要因				メタン スリップ	亜酸化窒素 (N2O)	
必要燃料体積	1 (ベース)	約 2.4 倍	約 1.5 倍	約 1.7 倍	約 2.7 倍	約 4.5 倍
液化温度		65℃	-42℃ or 0℃@約9bar	-162℃	-33.4℃ or 20℃@約9bar	-253℃
備考		軽微な毒性			毒性	

UEC50LSJA

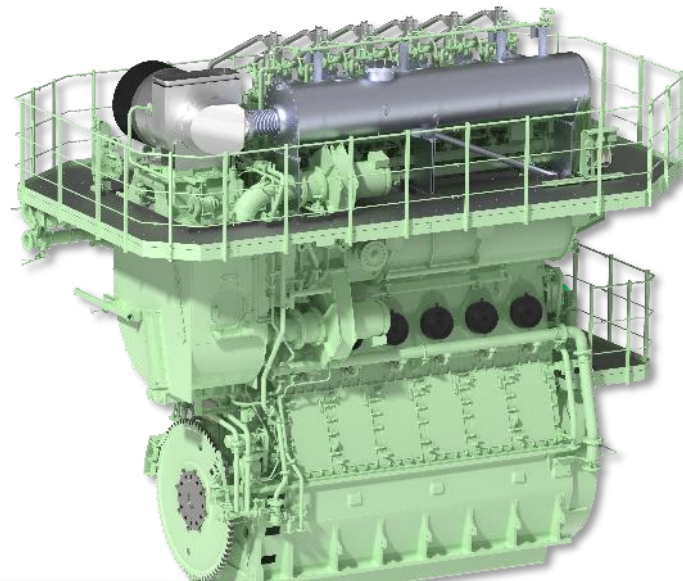
アンモニア燃料エンジン (2025年 完成予定)



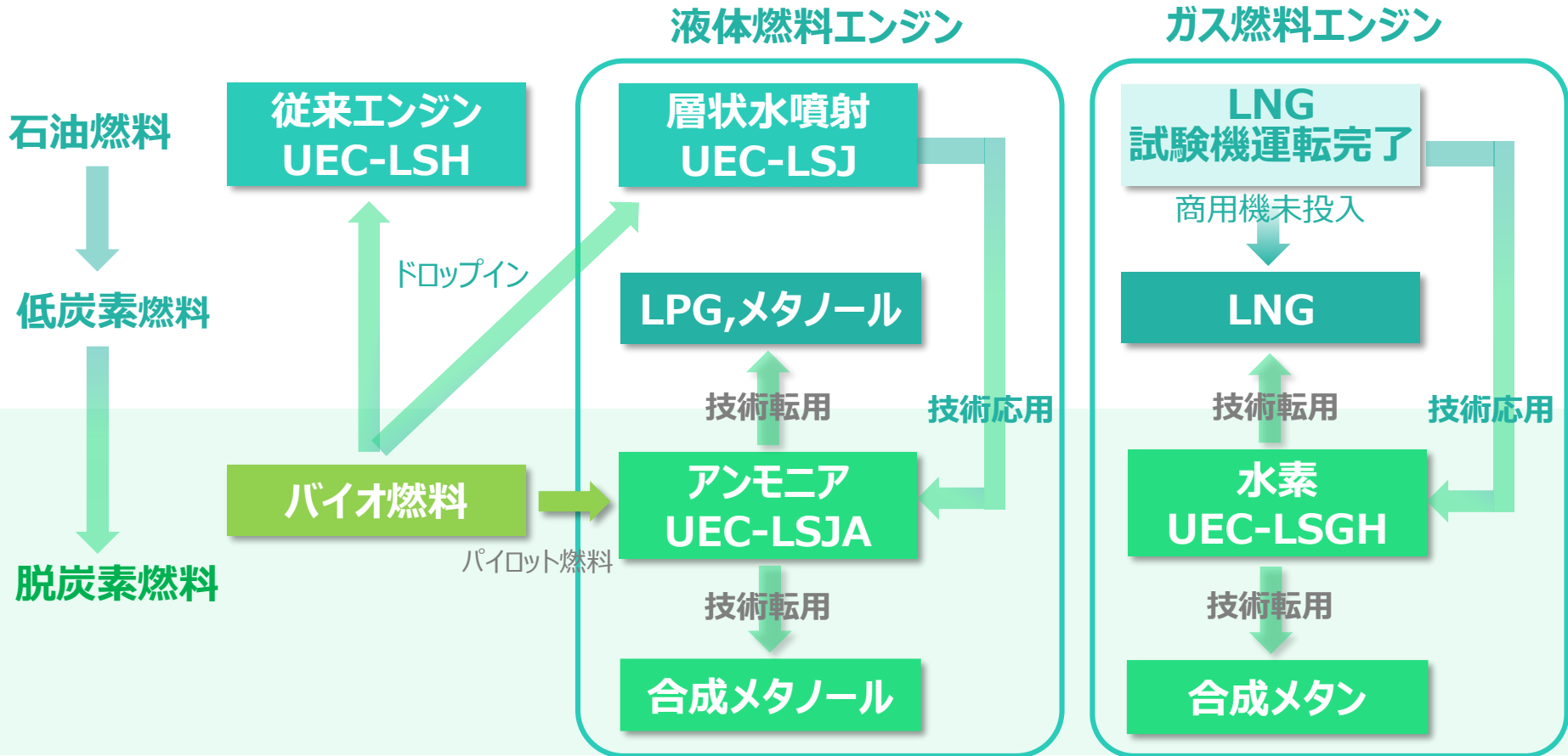
LSJ+Ammonia

UEC35LSGH

水素燃料エンジン (2026年 完成予定)



LSGi+Hydrogen



NOx Tier3へ柔軟に対応

低圧 EGR
低圧 SCR
高圧 SCR

超低燃費 LSH エンジン

UEC33LSH

50LSH/42LSH version 4

新機種UEC60LSHの開発

NOx

CO₂

GHG

SOx

DX

層状水噴射 LSJ エンジン

MGO専焼UEC50LSJ

MGO専焼UEC35LSJ

⇒ シリーズ展開

GHG削減

100%バイオ実証運転

アンモニア燃料エンジン

(UEC-LSJA)

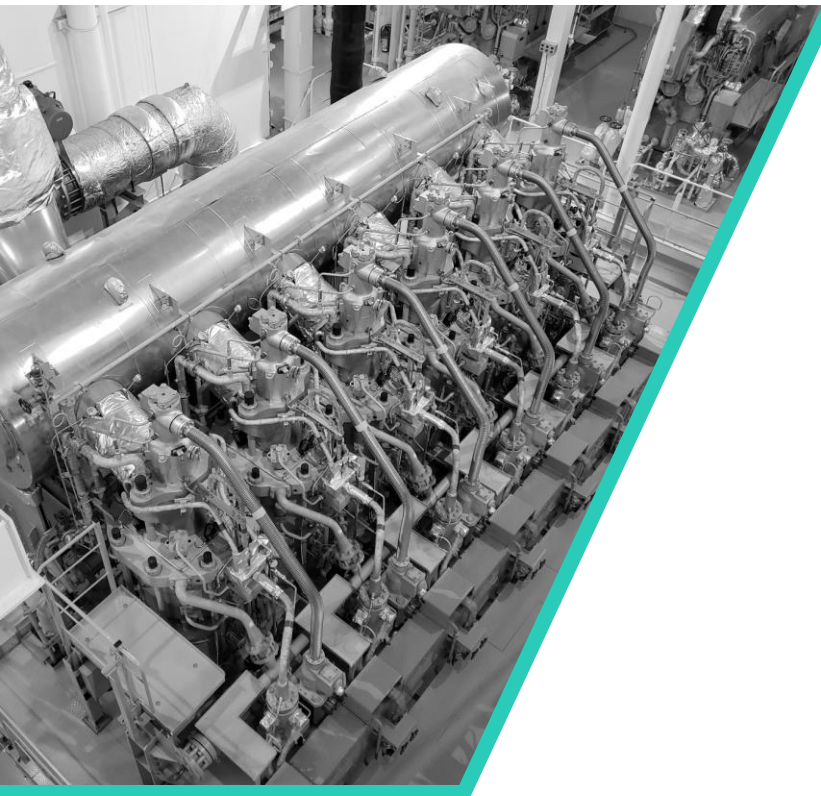
水素燃料エンジン

(UEC-LSGH)

デジタルイゼーション推進

状態監視の高度化、CBM実現
⇒ デジタルツイン、自律・自動運転

※本日は黄色字のアイテムについて
ご説明致します。



1. J-ENGとUEエンジンについて
2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略
- 3. 新機種UEC60LSH/LSJA**
4. 超低燃費UEC-LSJ
5. アンモニア燃料エンジン
6. 水素燃料エンジン
7. デジタル技術

1. 市場ニーズにベストフィット

- ・ 石炭船や自動車船、LPG船などに多数ご採用頂いている**UEC60LSEの後継エンジン**
- ・ **VLGC(Very Large Gas Carrier)、ケープサイズバルカー、石炭運搬船、自動車運搬船等**に最適なレーティングマップ
- ・ **最低回転数72rpm**をカバーし、プロペラ推進効率の向上が狙える回転数レンジ設定

2. 低燃費・環境性

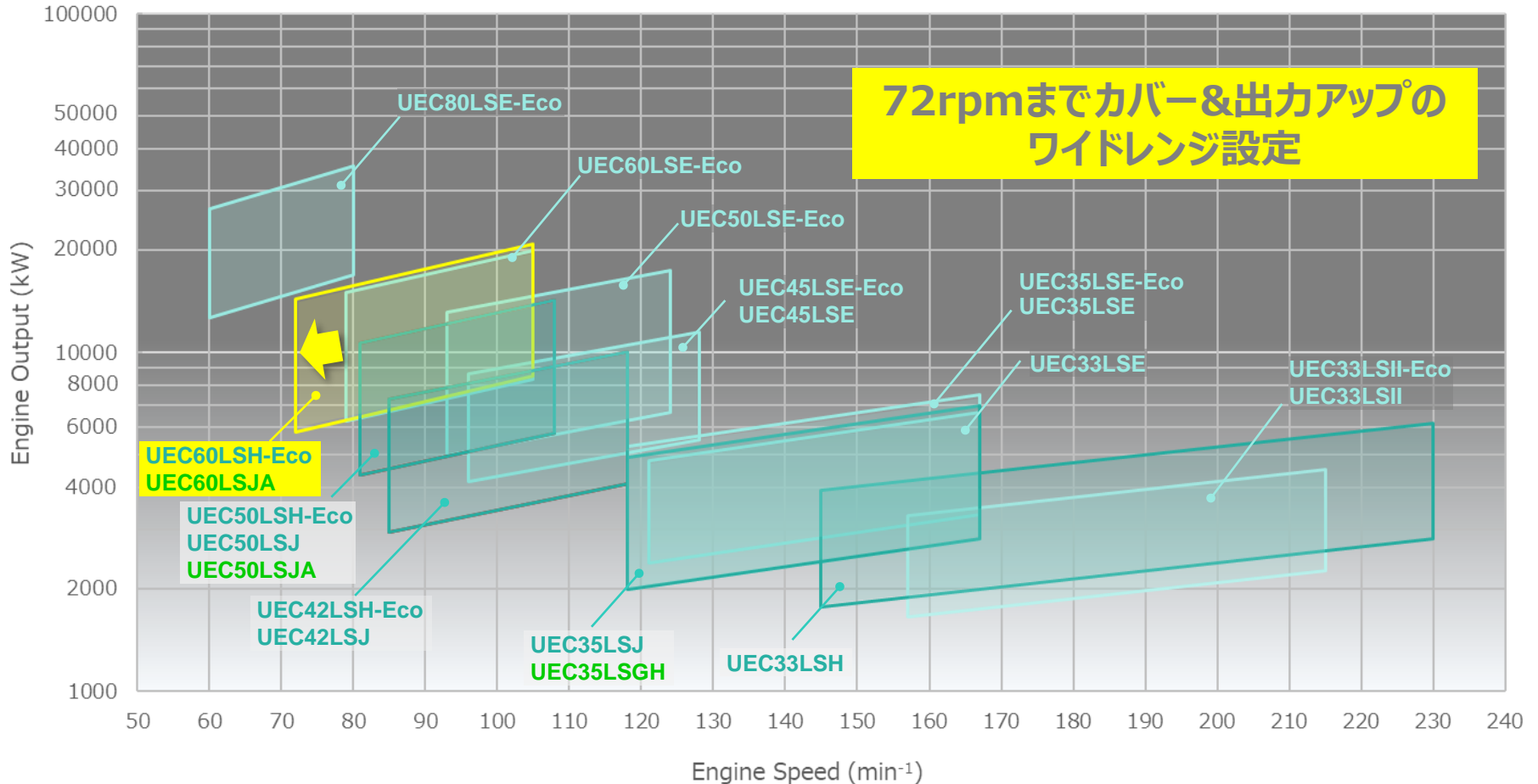
- ・ **世界トップ**の低燃費エンジン。競合他社最新機関より優れる低燃費。
- ・ **アンモニア燃料噴射系を搭載可能**な、カーボンニュートラル燃料にも対応可能なエンジン。

3. 高信頼性・艀装性

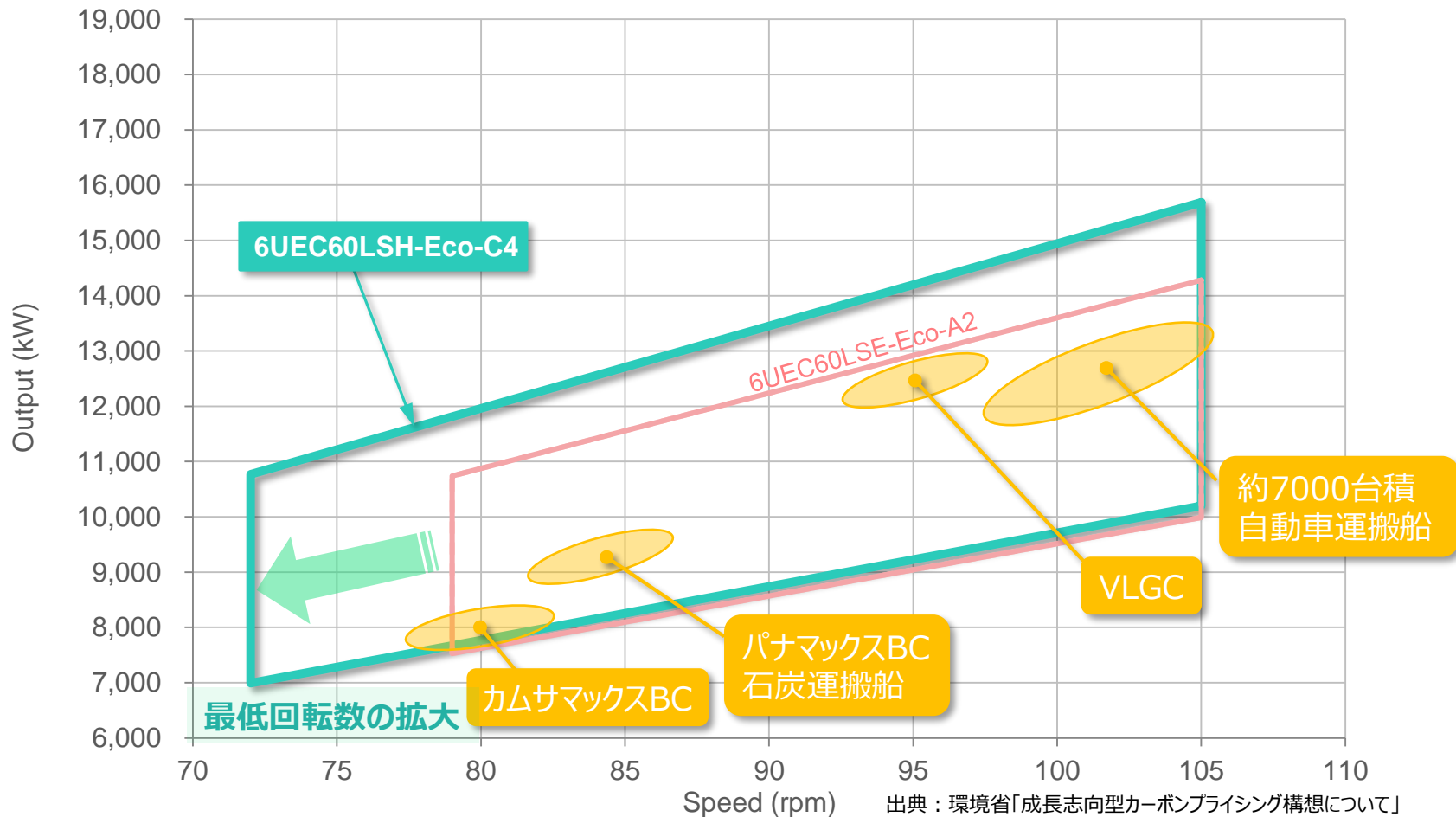
- ・ UEC60LSE機関で培った**高信頼性技術**・設計思想と、**LSH機関の最新技術**を踏襲。
- ・ **容易な置き換え**実現のため、競合他社最新機関と同一軸芯 且つ より軽量・コンパクトな諸元を設定。
- ・ 最新の**第五世代電子制御システム(5G)**を搭載し、電装・配線工事量を削減

4. 先進性

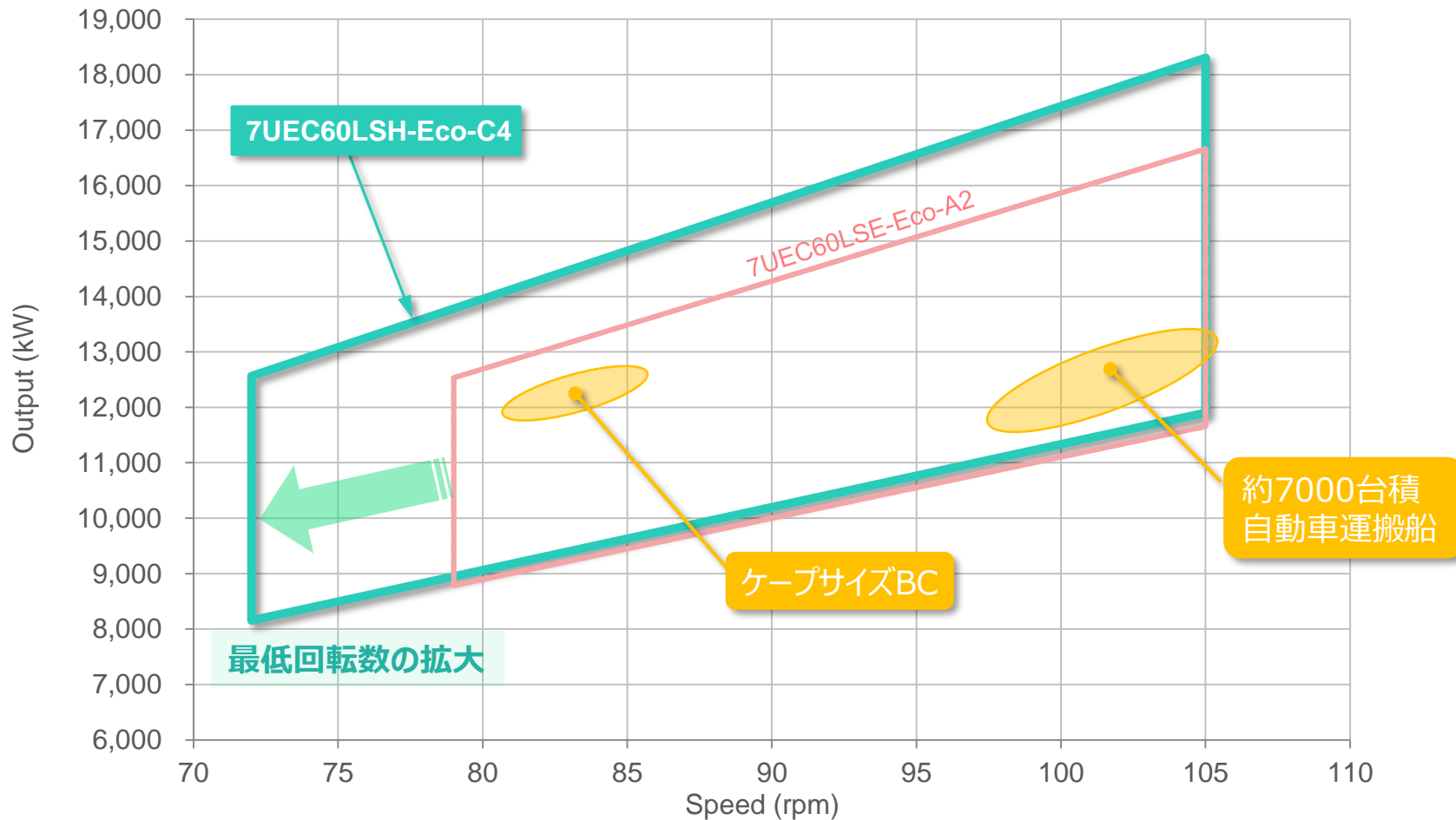
- ・ 将来的なデジタル化の到来を見越し、外部通信可能な機器構成を先取り。



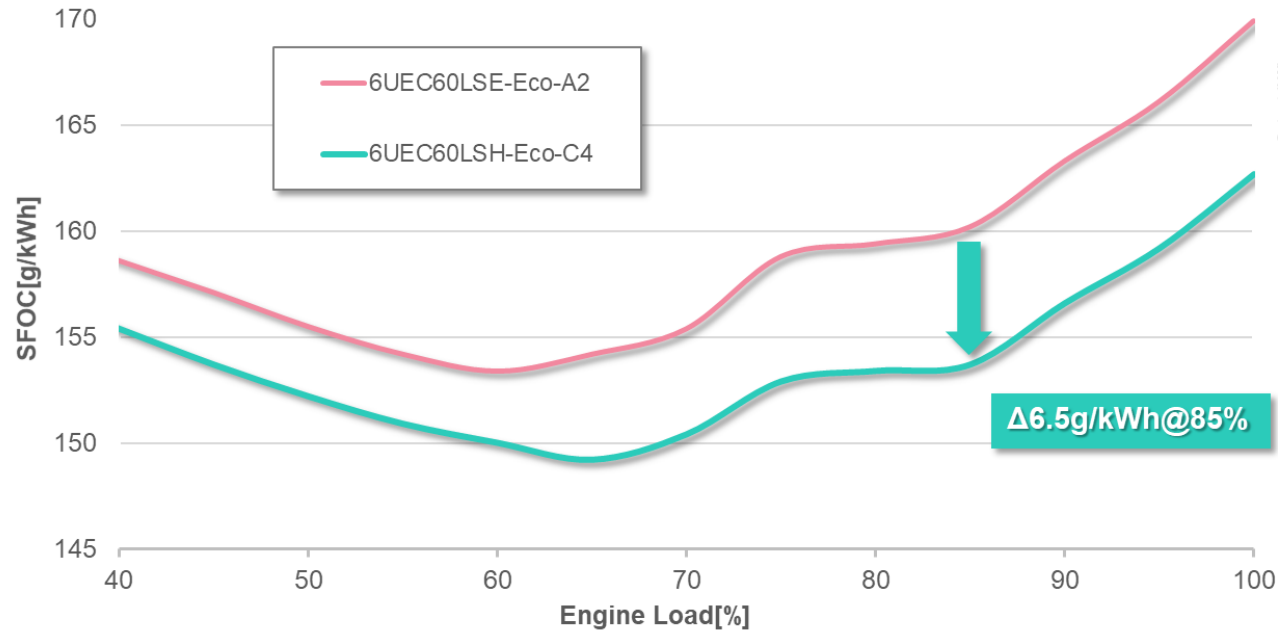
UEC60LSH ターゲット船種 (6cyl)



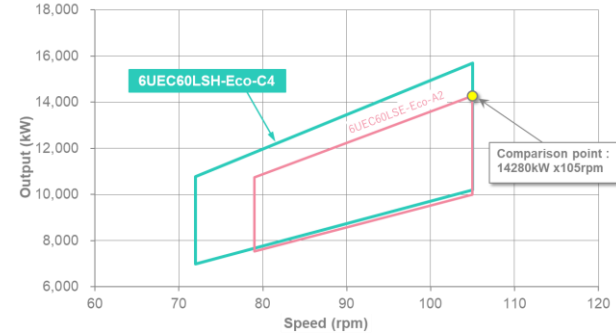
UEC60LSH ターゲット船種 (7cyl)



Comparison point : 14280kW x105rpm (Tier II mode)

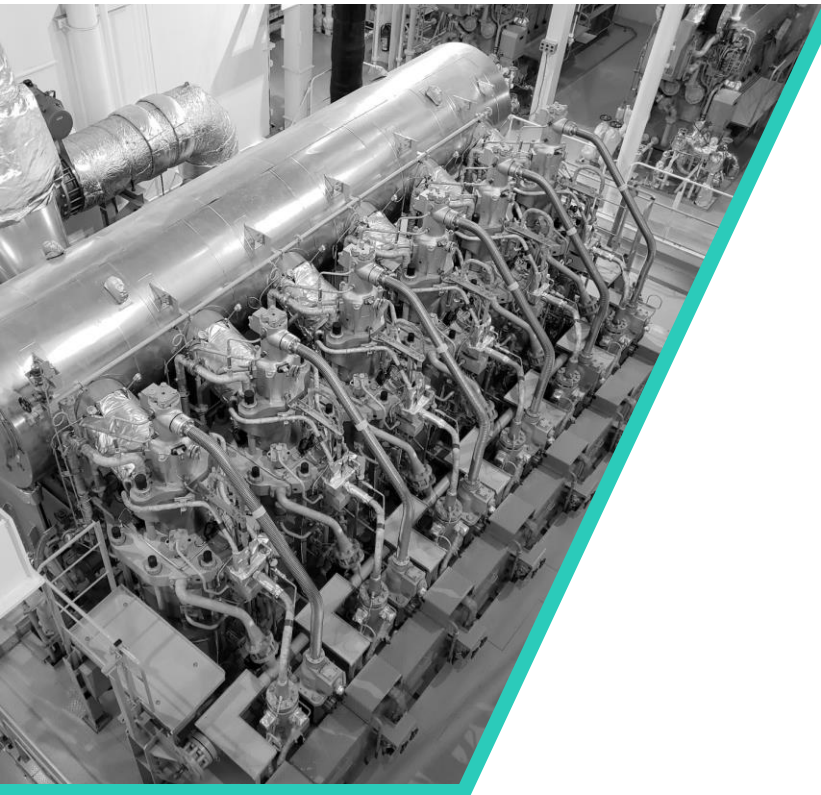


比較ポイント



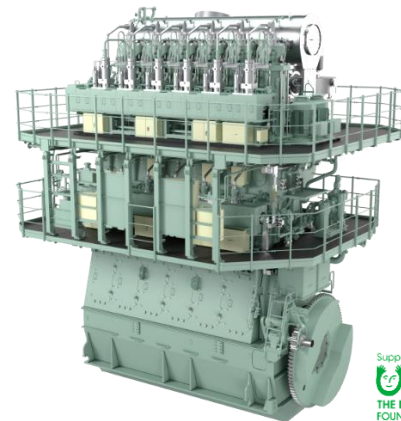
UEC60LSH 高艙装性・コンパクト設計

Model		UEC60LSE-Eco-A2	UEC60LSH-Eco-C4	備考
Bore	[mm]	600	←	
Stroke	[mm]	2,400	←	
Stroke/Bore	—	4.0	←	
Output	[kW/cyl]	2,380	2,615	高出力化（ワイドレンジ化）
Engine speed	[rpm]	105	←	
Pme	[bar]	20.0	22.0	高出力化（コンパクト化）
Piston speed	[m/s]	8.4	←	
Engine length (Catalogue value)	5cyl	6,780	6,502	コンパクト化
	6cyl mm	7,866	7,442	
	7cyl	8,953	8,382	
Overhaul height	mm	10,800	←	
Crankshaft center	mm	1,300	←	同一軸心高さ（艙装性）
Seating width	mm	3,770	3,420	コンパクト化
Dry weight (Min.)	ton	349	329	軽量化

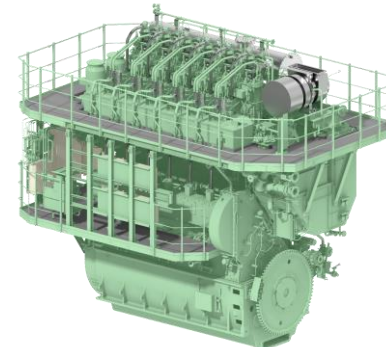


1. J-ENGとUEエンジンについて
2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略
3. 新機種UEC60LSH/LSJA
- 4. 超低燃費UEC-LSJ**
5. アンモニア燃料エンジン
6. 水素燃料エンジン
7. デジタル技術

- UEC-LSJ機関は日本財団様のご支援のもとに開発した
圧倒的な低燃費機関
- **J-ENG独自技術の層状噴射システム**を適用
MGO(又はMDO)と水を層状噴射し、
NOx排出量を維持したまま、**大幅な燃費改善を達成**
- 単一の燃料(MGO/MDO)専焼の場合、加熱が不要で、燃焼性が
良好なので、**シンプルなシステム**となり、**運転・保守作業も軽減**
- **アンモニア等のカーボンフリー燃料の層状噴射への応用も可能**であり、
特に中小型船のゼロエミッション化に向けたソリューションとして有望。



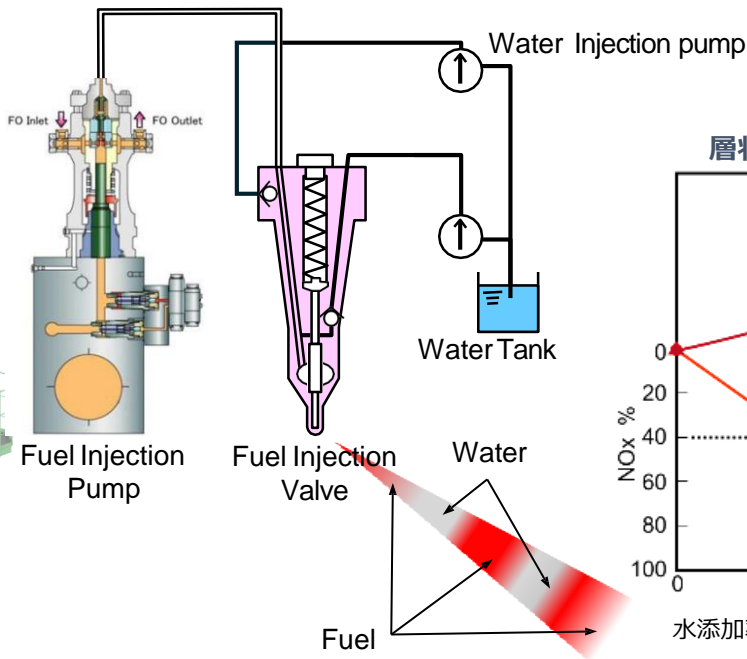
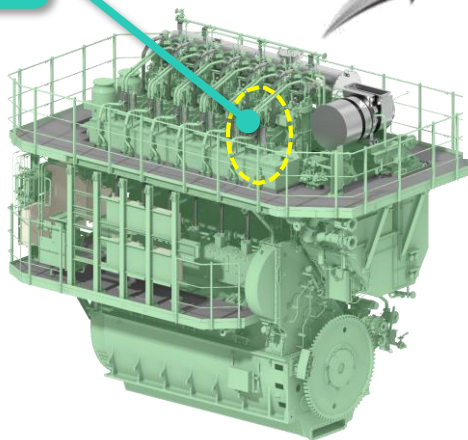
UEC50LSJ型機関
2018年完成



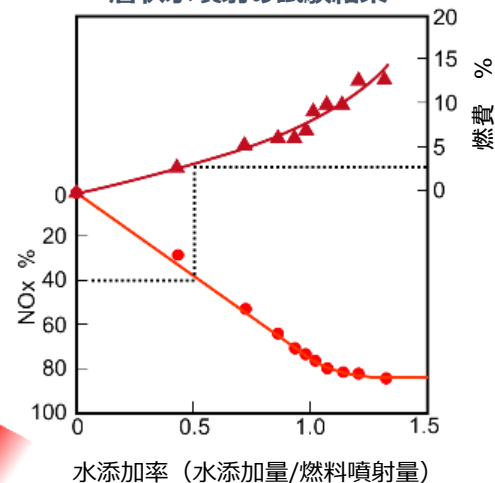
UEC35LSJ型機関
2022年完成

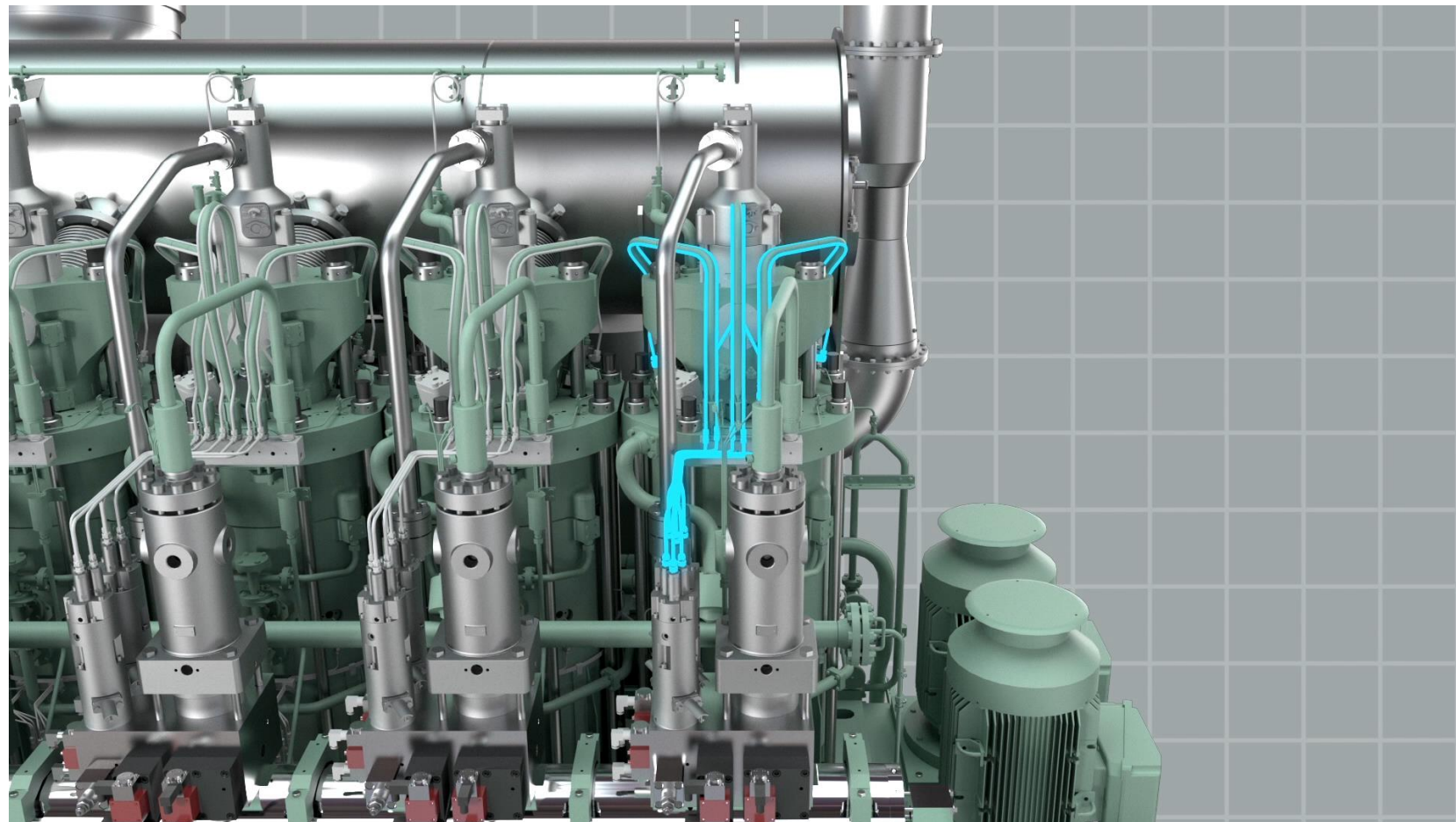
無噴射期間中に燃料噴射管及び燃料弁の燃料油ライン中に水を注入 燃料噴射ポンプの作動により、燃料と水を同じ燃料弁から層状に噴射

層状水噴射用
燃料弁・注水ポンプ

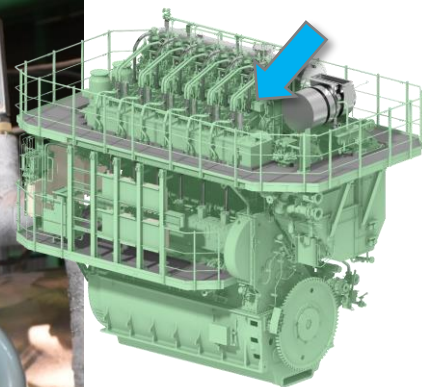


層状水噴射の試験結果





UEC35LSJ機関 層状水噴射ユニットの搭載状況

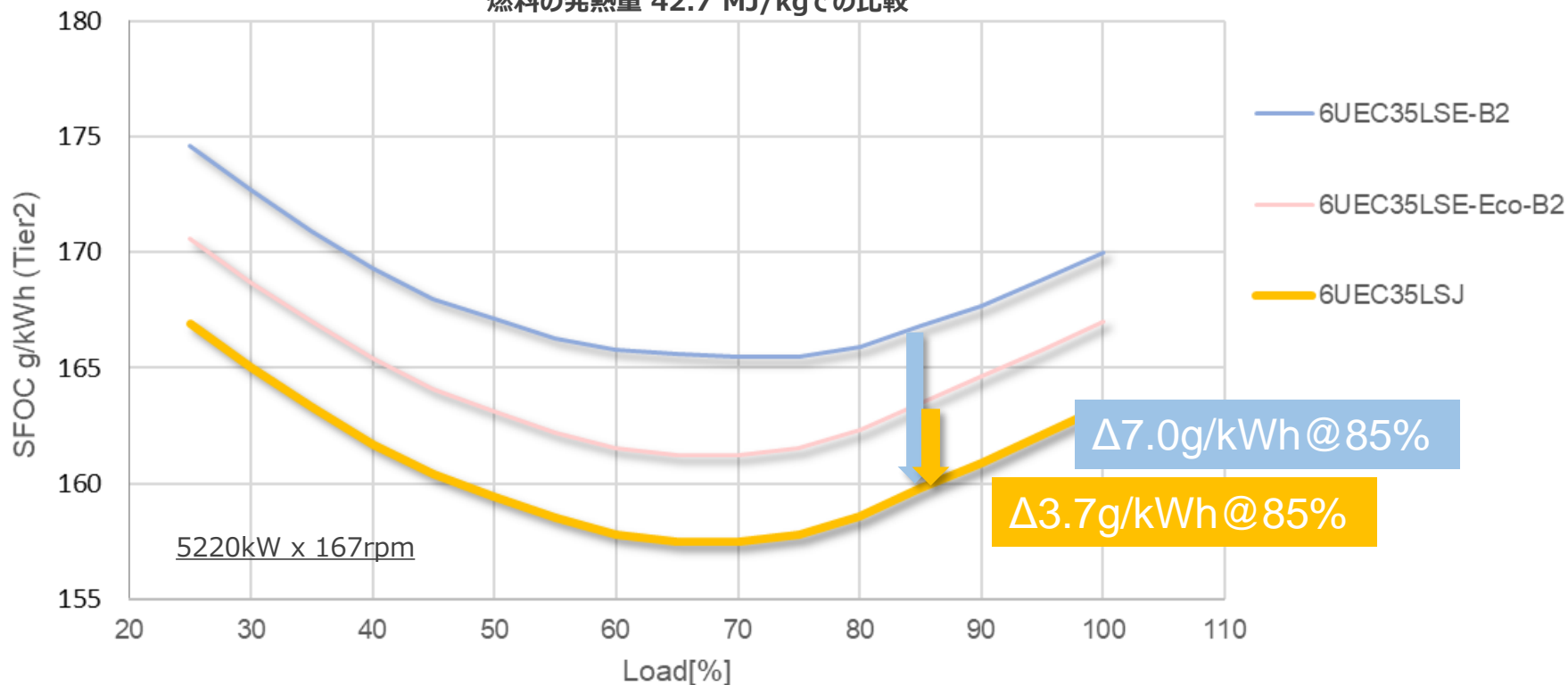


6UEC35LSJ

ボア35クラス 燃費比較 (燃料油種に関わらず同一の発熱量で比較した場合)

UEC35LSJは、ベースとなるUEC35LSE-Eco-B2に対して大幅に燃費を低減
機械式UEC35LSE-B2との比較では更に燃費低減代は大きい

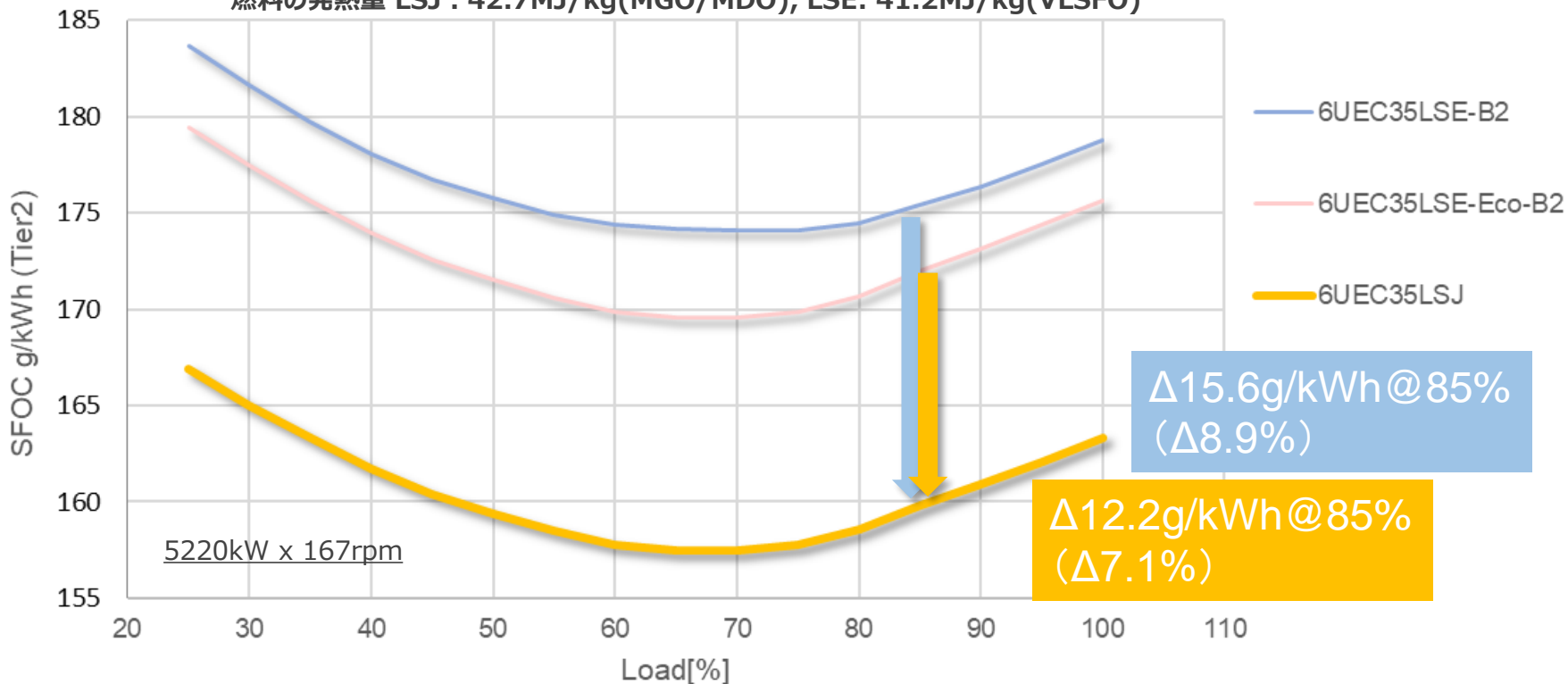
燃料の発熱量 42.7 MJ/kgでの比較



ボア35クラス 燃費比較 (発熱量が重油より大きいMGO/MDOを使用した場合)

UEC35LSJは、ベースとなるUEC35LSE-Eco-B2に対して大幅に燃費を低減
機械式UEC35LSE-B2との比較では更に燃費低減代は大きい

燃料の発熱量 LSJ : 42.7MJ/kg(MGO/MDO), LSE: 41.2MJ/kg(VLSFO)



UEC35LSJ初号機 就航後点検結果

6UEC35LSE-Eco(VLSFO)

TRH=1,820hrs



VLSFO 焚きエンジン

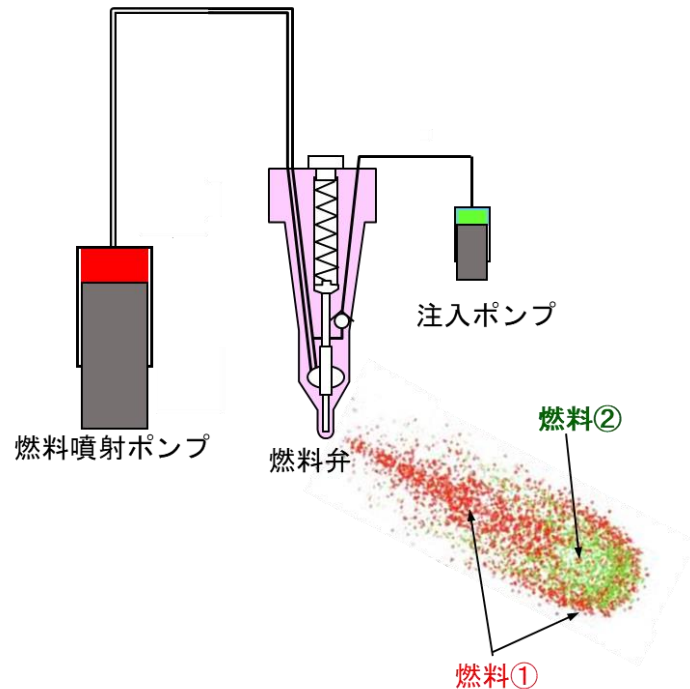
6UEC35LSJ(MGO)

TRH=1,748hrs



**MGO専焼エンジンのLSJ機関の方がスラッジが少なく、
信頼性向上、メンテナンス期間延長が期待できる。**

「層状噴射技術」は、異なる液体燃料の混焼にも応用が可能



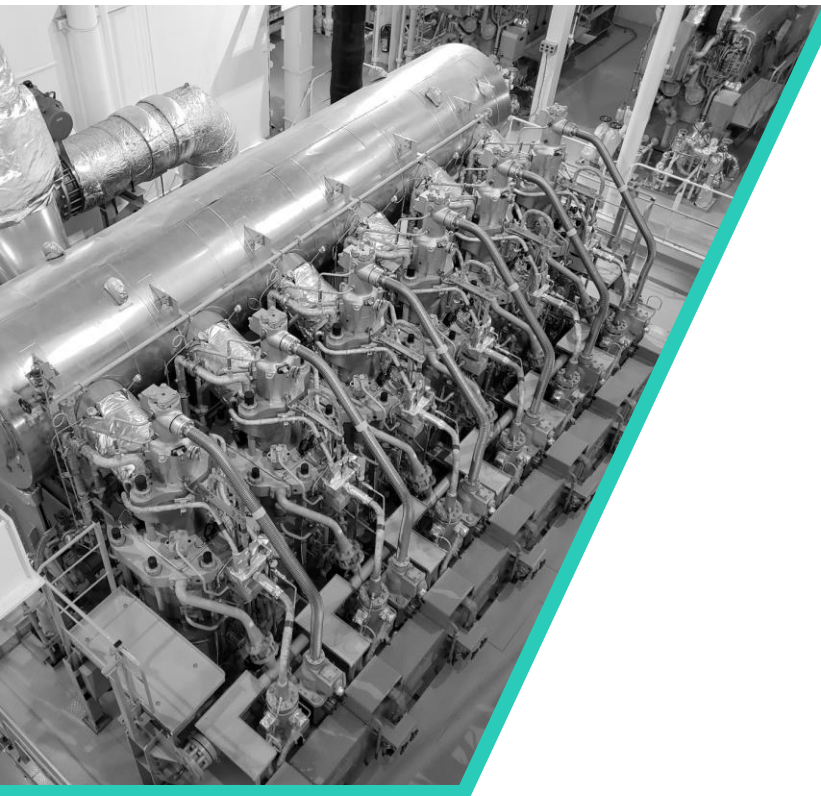
	燃料①	燃料②
層状水噴射	適合油 A重油 MGO MDO バイオ燃料	水
異種液体燃料混焼	適合油 A重油 MGO MDO バイオ燃料	アンモニア メタノール エタノール LPG バイオ燃料

例えば、

①適合油 + ②バイオ燃料 ⇒ GHG削減効果向上

①バイオ燃料 + ②アンモニア ⇒ カーボンニュートラル

①バイオ燃料 + ②バイオメタノール ⇒ カーボンニュートラル



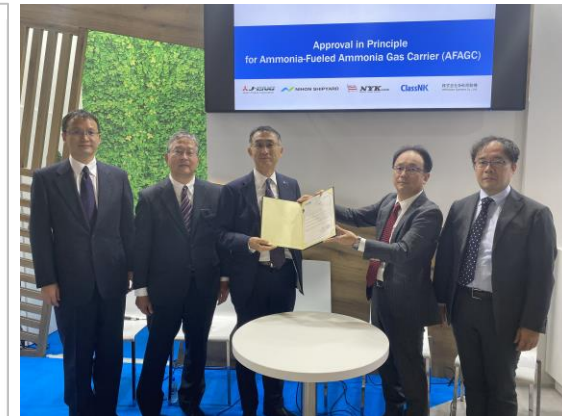
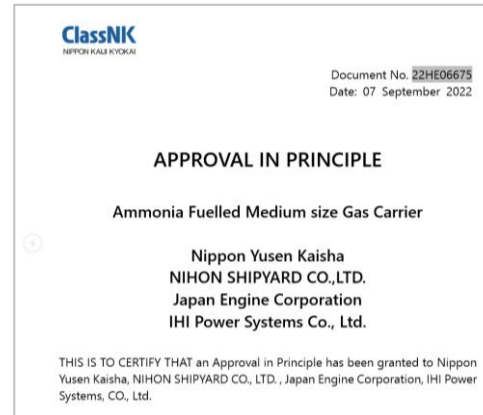
1. J-ENGとUEエンジンについて
2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略
3. 新機種UEC60LSH/LSJA
4. 超低燃費UEC-LSJ
5. アンモニア燃料エンジン
6. 水素燃料エンジン
7. デジタル技術

ボア50cmのアンモニア燃料
エンジン UEC50LSJA を開発。
2025年度に完成し、アンモニア
輸送船に搭載のうえ実証運航を
行います。

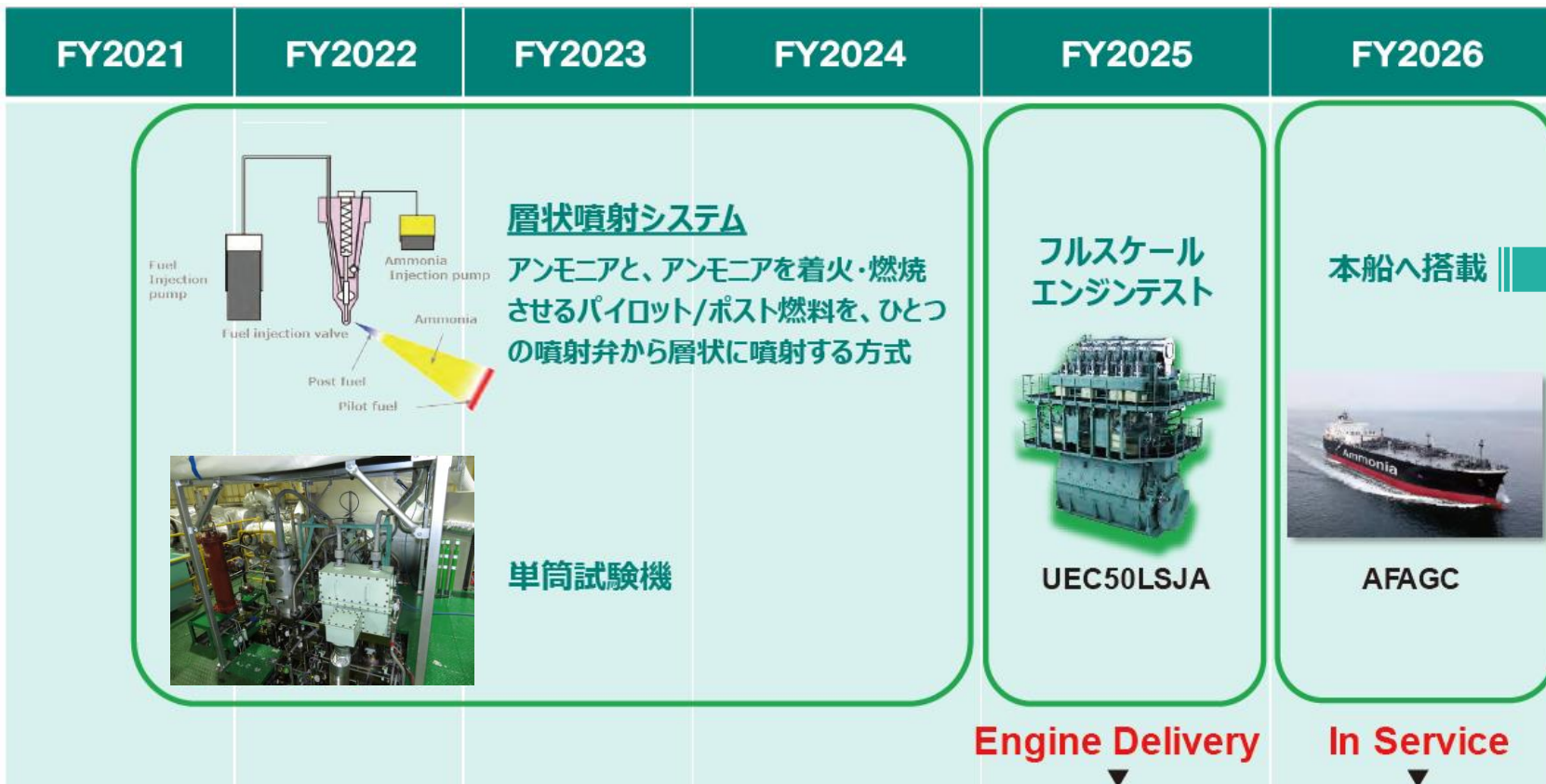


グリーンイノベーション基金事業
ジャパンエンジンコーポレーション
日本郵船様、日本シッパード様
IHI原動機様、日本海事協会様

2022年9月7日 日本海事協会様よりアンモニア
燃料アンモニア輸送船のAiPが授与されました。



アンモニア燃料エンジンの開発スケジュール



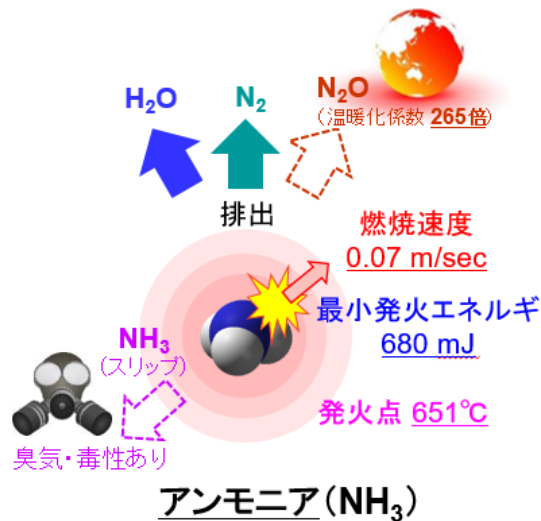
難燃性 燃焼速度がメタンの1/5と遅く、最低自発火温度651℃と高い
→独自の層状噴射技術による最適な燃焼制御

N2O 亜酸化窒素 温暖化係数がCO2比265倍のN2Oが生成される懸念あり
→層状噴射技術による生成量(排出量)のミニマイズ

Fuel NOx 燃料中にNを含み、Fuel NOx 発生の可能性あり
→排ガス後処理装置 (SCR) の適用

毒性
→配管二重管化、パーシ装置、分離・回収装置
などの安全対策を適用

腐食性
→耐腐食性のある適切な材料を選定

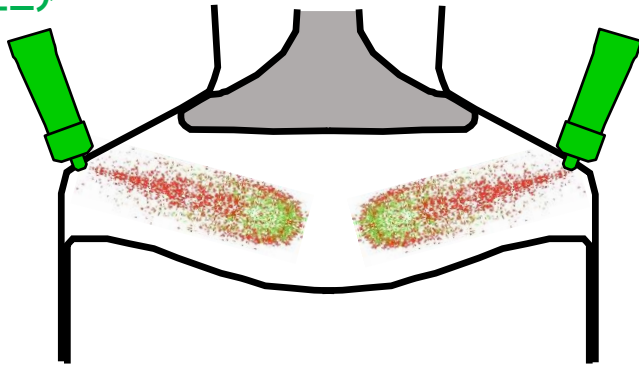


ジャパンエンジンの固有技術

層状噴射技術

(拡散燃焼)

パイロット燃料
+ アンモニア



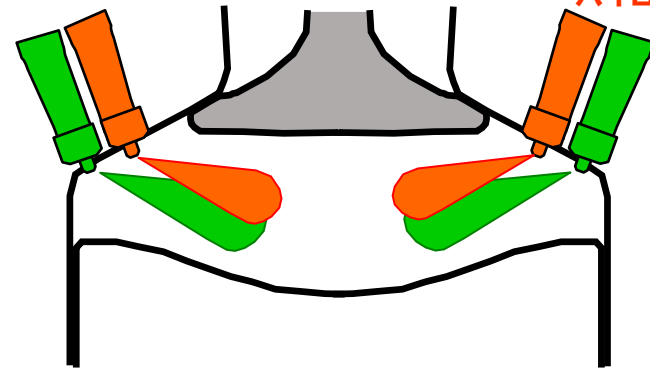
アンモニアと、アンモニアを着火・燃焼させるパイロット/ポスト燃料を、ひとつの噴射弁から層状に噴射する方式

パイロット着火方式

(拡散燃焼)

パイロット燃料

アンモニア



アンモニアと、アンモニアを着火・燃焼させるパイロット燃料が、各々独立した異なる噴射弁から噴射される方式

層状噴射技術によるアンモニア燃焼に最適な噴霧形成・燃焼制御

解析例

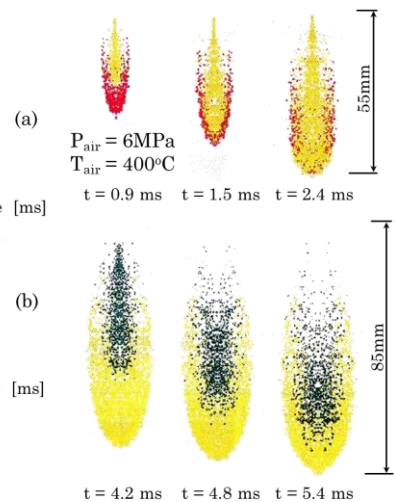
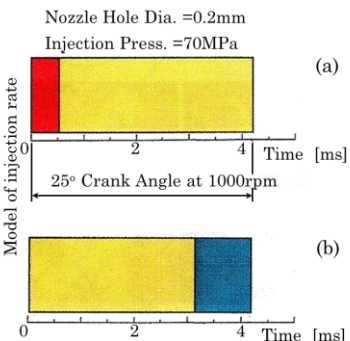


Bild 5: Computersimulation der Strahlbildung
Fig. 5: Numerical results of the spray characteristics

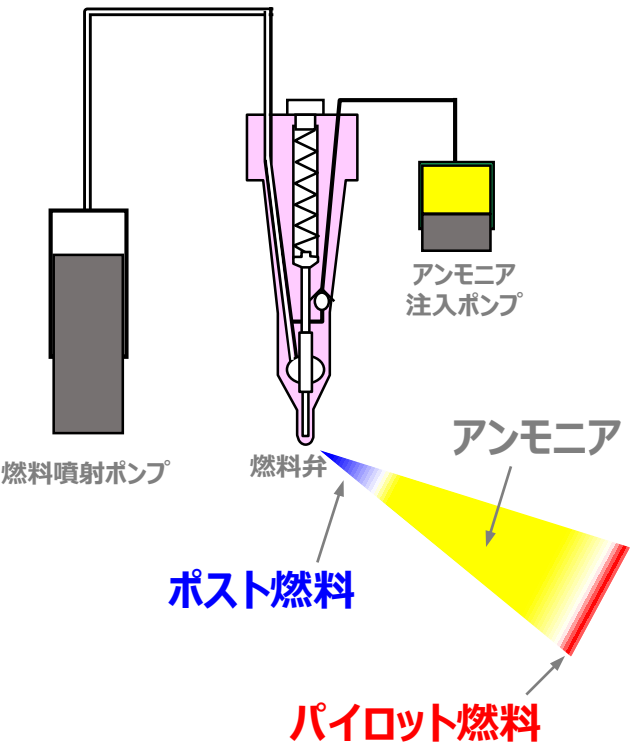
Source: Prof. Takasaki, Kyushu Univ.

アンモニア噴霧の着火と保炎をサポート
最初に噴かれたパイロット燃料噴霧(赤)が、アンモニア噴霧(黄)を包み込むように拡散することで、確実に着火し、保炎をサポート

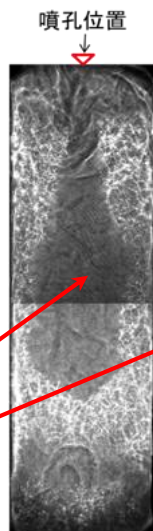
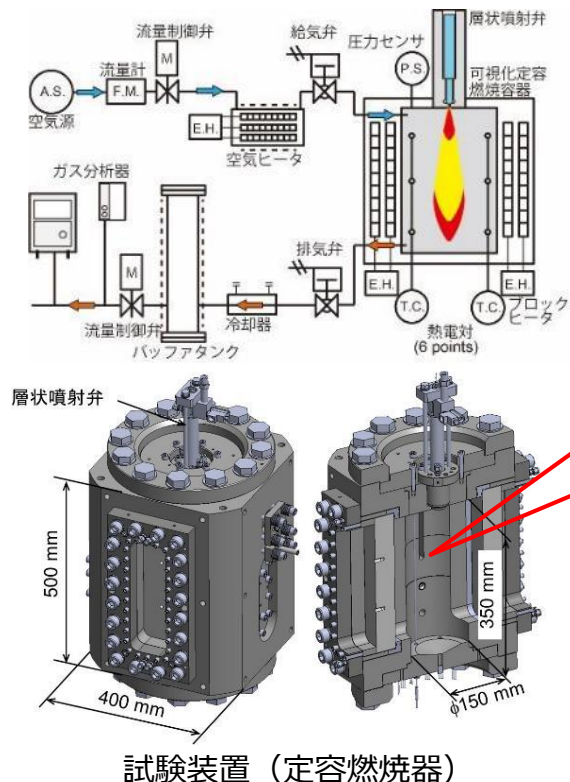
未燃アンモニアとN2Oの生成を抑制
最後に噴かれたポスト燃料噴霧(青)が、アンモニア噴霧(黄)を高温の火炎周辺部に押し出すように拡散し、燃焼を活発化



**燃焼期間全域に亘り
安定的な燃焼を実現**



- アンモニア層状噴射の噴霧、並びに 燃烧火炎の可視化試験に取組み中。(海技研)
- 可視化データと、数値解析結果との突合せにより、噴霧・燃烧解析精度の向上を図る。



噴霧の可視化例



燃烧火炎の可視化例



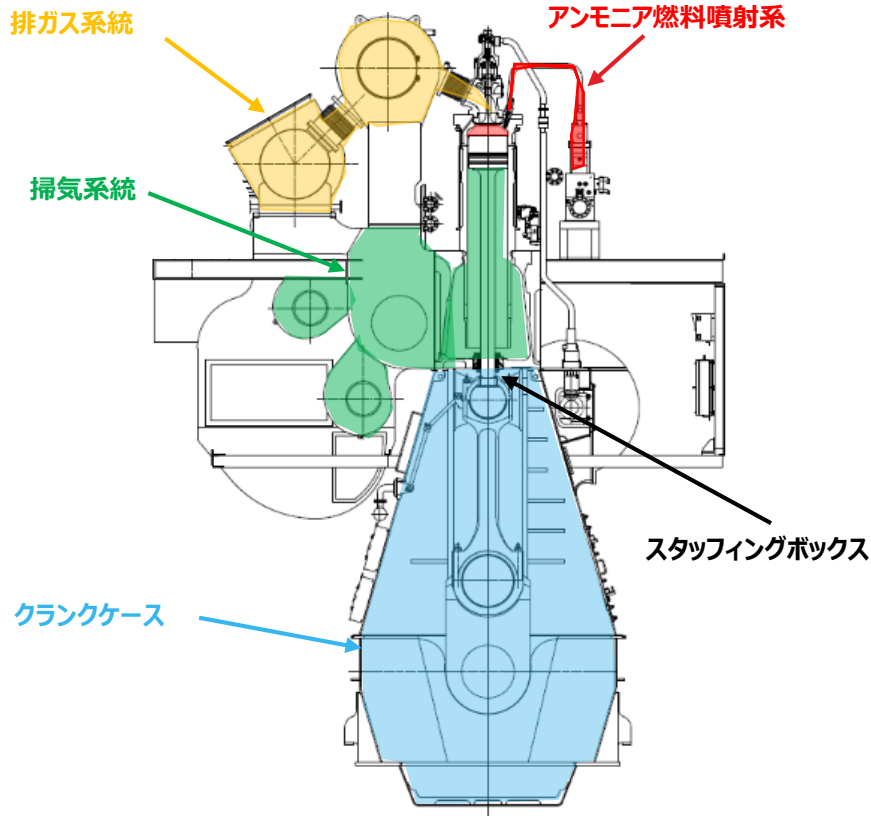
- 噴霧解析精度向上
- 燃烧解析精度向上



単筒試験機の実測と解析の比較検証、精度アップ



アンモニア漏洩・臭気リスクの可能性のある箇所



燃料噴射系 (高濃度アンモニア)

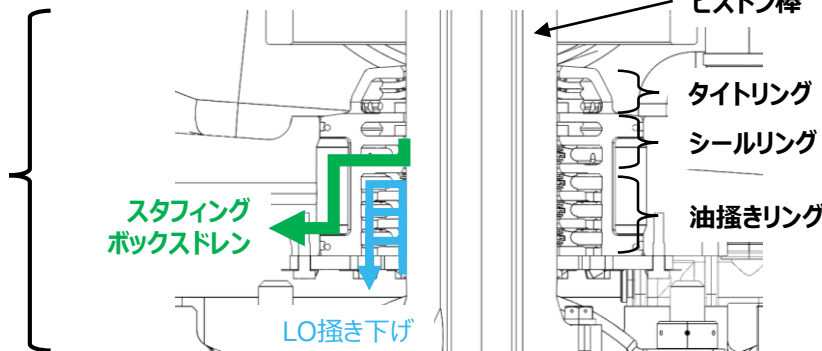
排ガス系統 (低濃度アンモニア)

掃気系統 (低濃度アンモニア)

クランクケース (アンモニアなし)

外部漏洩防止処置を適用

燃焼制御で、有害なアンモニア濃度以下に抑制する



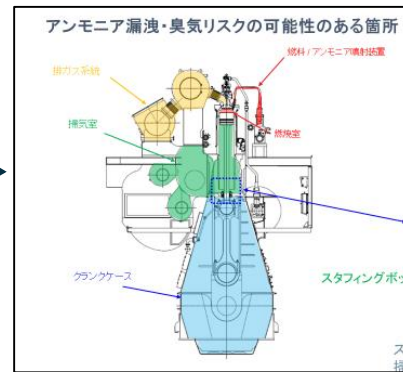
スタフティングボックスのシールリングにより、掃気室とクランクケースは分離されている。

フルスケール実証エンジンを本船に搭載した際のPre-HAZIDを実施 ⇒ **コンソーシアムでAiPを取得完了**

HAZID (Hazard Identification)を使用したリスク評価の流れ(※)



アンモニア漏洩・臭気リスクを洗い出し



リスクマトリクス (ハザードの被害度と発生頻度によるリスクのランク付け) によるハザード事象の評価を実施

リスクマトリクス

Severity rating	Consequence				Increasing probability			
	People	Assets	Environment	Reputation	A	B	C	D
					Has occurred in E&P industry	Has occurred in E&P industry	Has occurred in E&P industry	Has occurred in E&P industry
0	Zero injury	Zero damage	Zero effect	Zero impact				
1	Slight injury	Slight damage	Slight effect	Slight impact				
2	Minor injury	Minor damage	Minor effect	Minor impact				
3	Major injury	Local damage	Local effect	Local impact				
4	Single fatality	Major damage	Major effect	Major impact				
5	Multiple fatalities	Extensive damage	Massive effect	Major international impact				

発生頻度 (Horizontal arrow pointing right)

被害度 (Vertical arrow pointing down)

安全対策 (Green arrow pointing up-left)

continued improvement (Green arrow pointing up-left)

Incorporate risk-reducing measures (Yellow box)

Fall to meet screening criteria (Red box)

(※)日本海事協会 ガス燃料船のリスク評価ガイドラインを参考に纏めた。



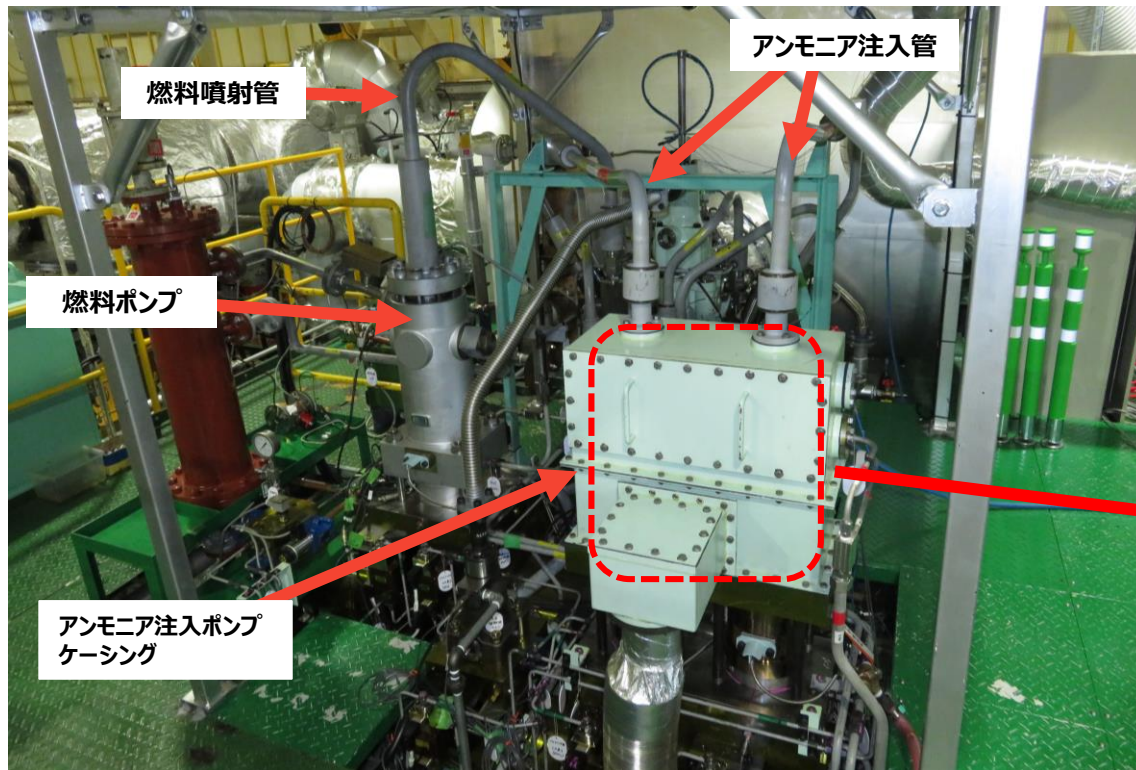
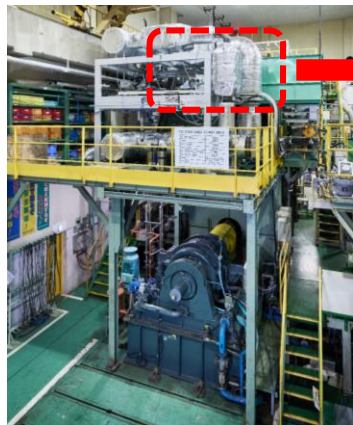
アンモニア燃料試験エンジン



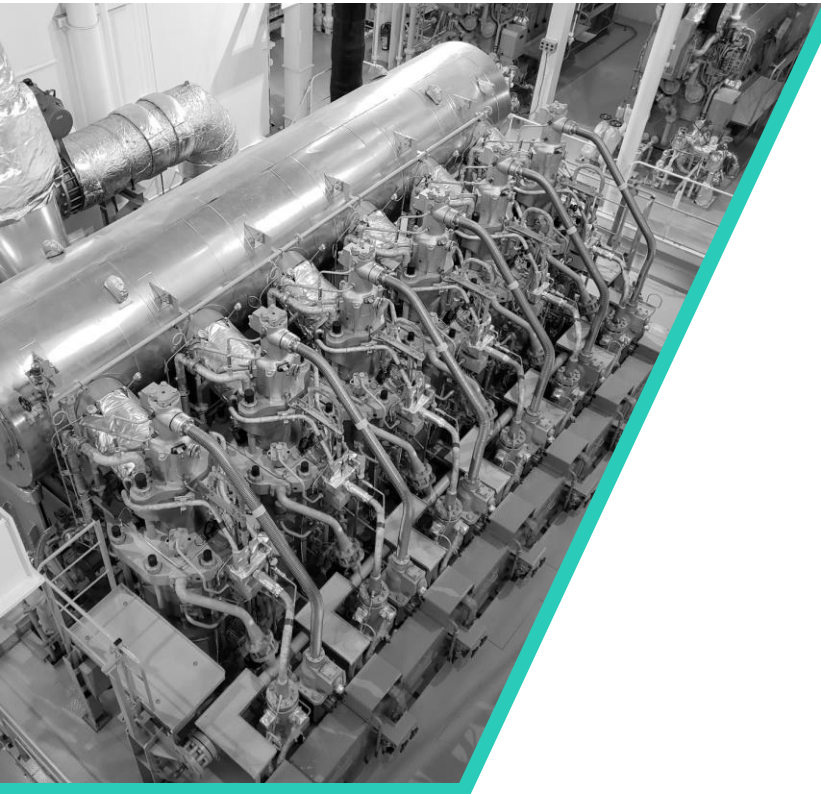
アンモニア供給設備

- 三菱重工業総合研究所長崎地区にある単筒試験エンジンのアンモニア燃料エンジンへの改造工事と、同エンジンへアンモニア燃料を供給するアンモニアタンクやアンモニア供給装置を設置。
- 現在、低速2ストロークエンジンでは世界初となるアンモニア混焼運転をスタートした。今後、各種運転パラメータを最適化し、燃費や排ガス性能の見極め、安全性の実証を行っていく。

アンモニア燃料試験エンジン（シリンダーカバー周り）



アンモニア
注入ポンプ



1. J-ENGとUEエンジンについて
2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略
3. 新機種UEC60LSH/LSJA
4. 超低燃費UEC-LSJ
5. アンモニア燃料エンジン
- 6. 水素燃料エンジン**
7. デジタル技術

グリーンイノベーション基金事業 ジャパンエンジンコーポレーション 川崎重工業様 ヤンマーパワーテクノロジー様

2021年10月26日
川崎重工業株式会社
ヤンマーパワーテクノロジー株式会社
株式会社ジャパンエンジンコーポレーション

「船用水素エンジンおよびMHFSの開発」がNEDO グリーンイノベーション基金事業に採択
～ゼロエミッション船の実現に向け前進～

川崎重工業株式会社（以下、川崎重工）、ヤンマーパワーテクノロジー株式会社（以下、ヤンマーパワーテクノロジー）、株式会社ジャパンエンジンコーポレーション（以下、ジャパンエンジン）は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO）のグリーンイノベーション基金事業※1/次世代船舶の開発プロジェクト（以下、プロジェクト）に「船用水素燃料エンジンおよびMHFSの開発」を提案し、採択されました。

本実証事業は、2020年12月25日に経済産業省が閣議決定した「グリーン成長戦略」に示される、積極的な温暖化対策となる成長につなげていく「経済と環境の好循環」の一環として実施されます。

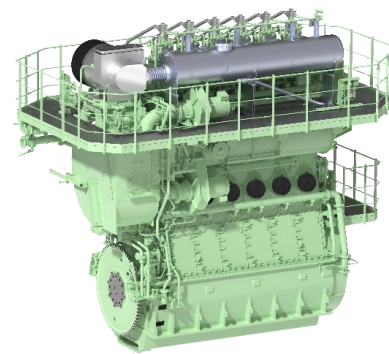
実証運航 商船三井様 商船三井ドライバルク様 ジャパンエンジンコーポレーション

2021年11月9日
船用水素燃料エンジンを搭載した実船での実証運航に関する基本合意
～ネットゼロ・エミッション船を目指して～

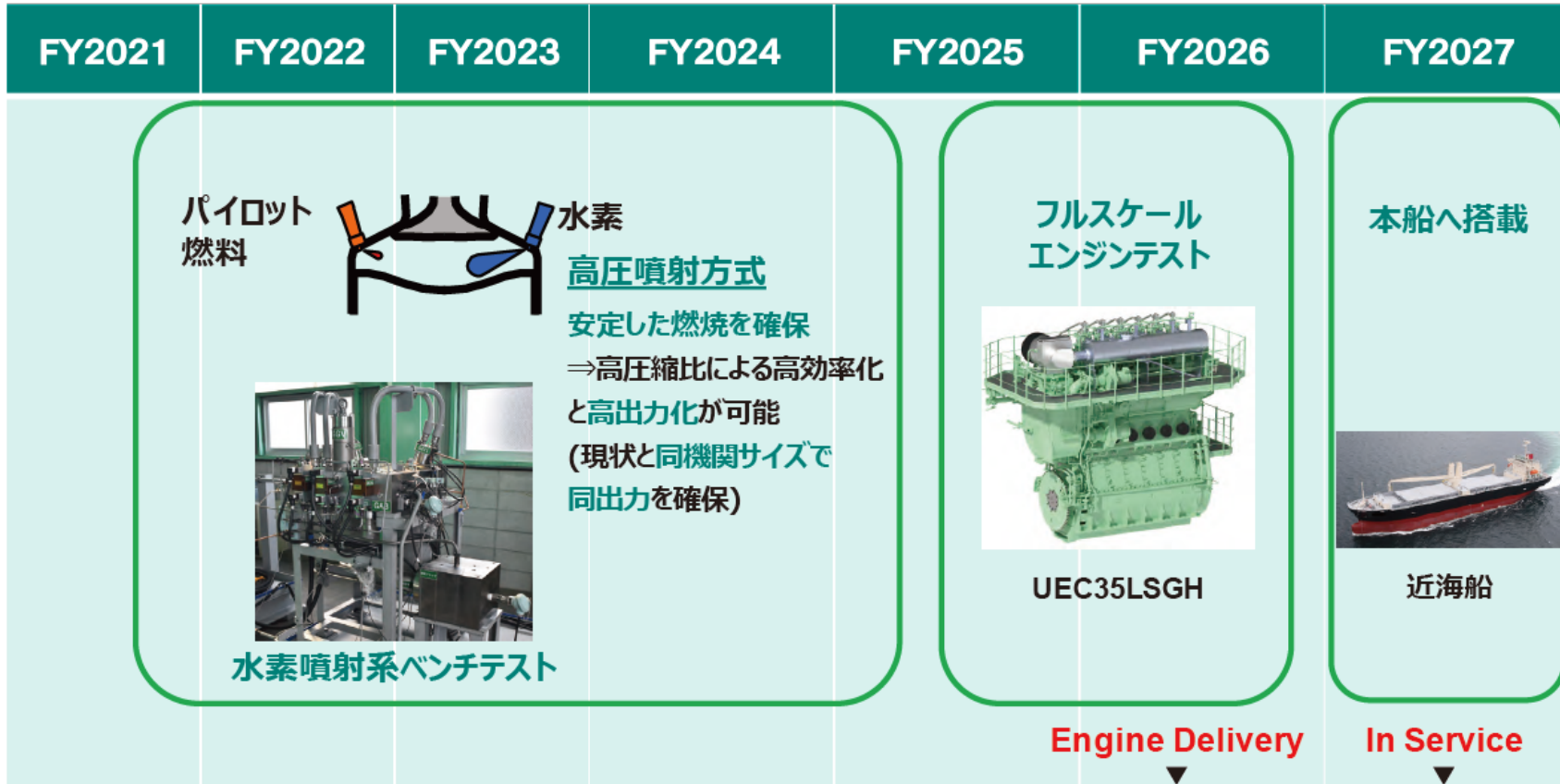
株式会社商船三井
商船三井ドライバルク株式会社
株式会社ジャパンエンジンコーポレーション

株式会社商船三井（以下、「商船三井」）、商船三井ドライバルク株式会社（以下、「商船三井ドライバルク」）、株式会社ジャパンエンジンコーポレーション（以下、「ジャパンエンジン」）の3社は、ジャパンエンジンが世界に先駆けて開発する船用低速2ストローク水素燃料エンジンを商船三井および商船三井ドライバルクが運航する船に搭載し、実船での実証運航に向けて協力をを行うことを基本合意しました。

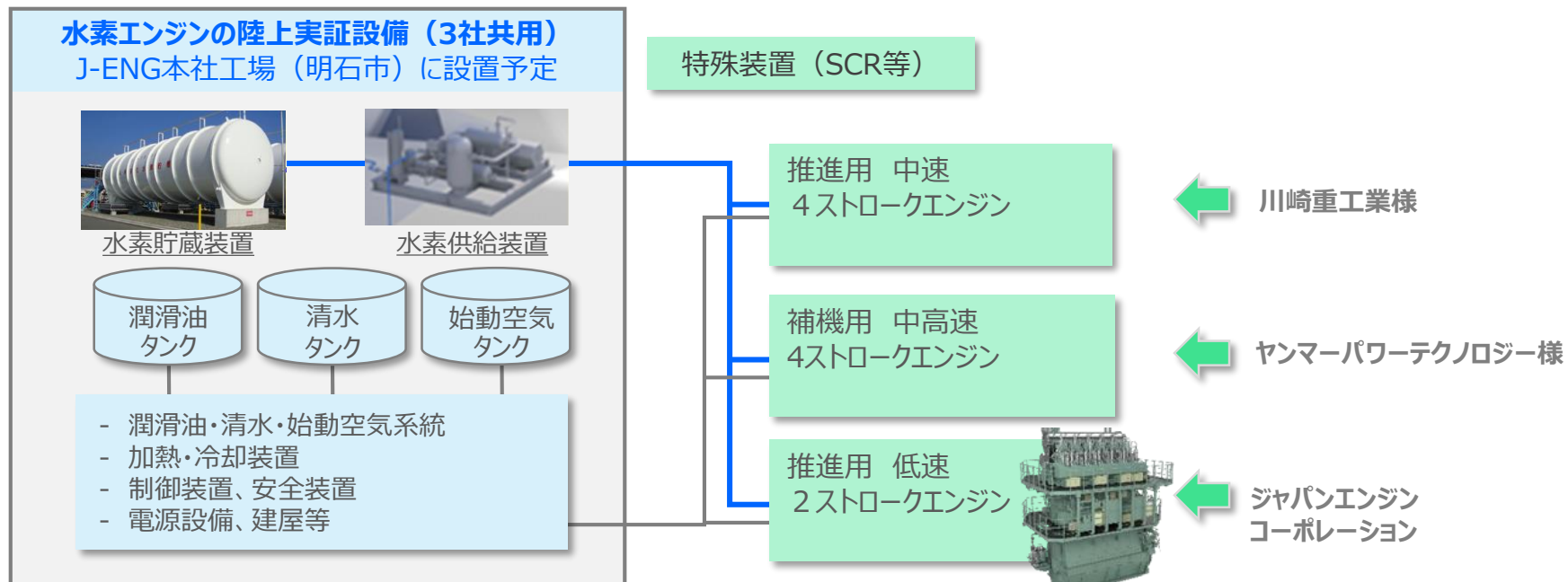
ボア35cmの水素燃料エンジン UEC35LSGH を開発。 2026年度に完成し、ばら積み船 に搭載のうえ実証運航を行います。



https://www.j-eng.co.jp/news/2021/141e6t0000002cj5-att/J-ENGPressRelease20211109_JP.pdf



- 2021年8月、KHI様/YPT様/J-ENGの3社共同出資にて設立
- 共通要素技術(燃焼、材料)の開発や、標準化・ルール作りなどを推進
- 水素燃料エンジン陸上運転共用設備の維持・運用
(水素燃料エンジン運転設備は、J-ENG本社工場[明石市二見]に設置)

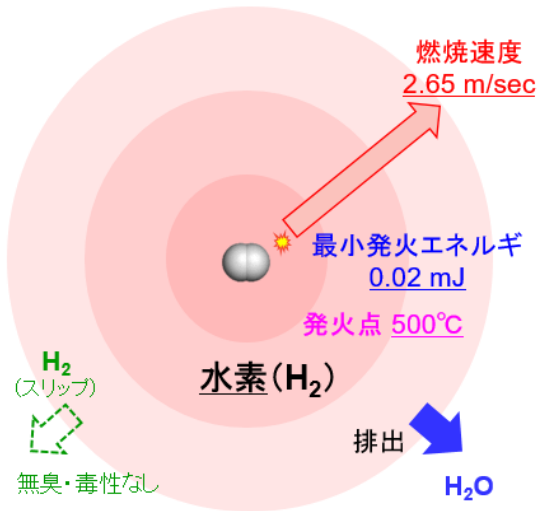


燃焼速度が速く 最小発火エネルギーも小さい

→ 安定的な燃焼コントロール技術の確立

可燃範囲が広い

→ 配管の二重管化、パージなどの**安全対策**を適用



金属材料に侵入することで機械的特性が
低下する**水素脆化の懸念**あり

→ 耐水素脆化性のある**適切な材料を選定**

分子量が小さく、**漏れ易い**

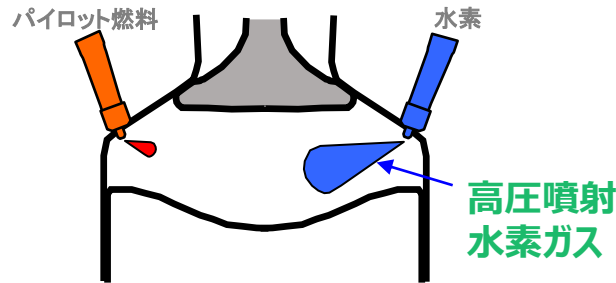
→ **ガスシール技術**の確立

国際ルールが未整備

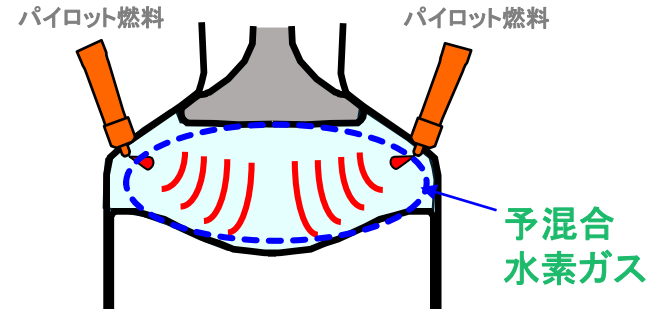
→ 日本が国際規格作りをリード

安定燃焼の確保と 水素100%専焼を目指して

高圧噴射方式



予混合方式



長所

- ・安定した燃焼を確保
→ 高圧縮比による高効率化と高出力化が可能
(現状と同機関サイズで同出力を確保)

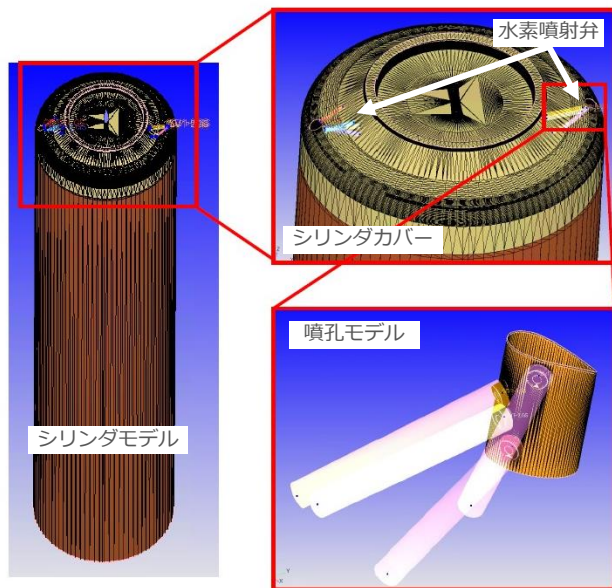
短所

- ・高圧ガス供給 (例えば30MPa)
- ・高NOx

- ・低圧ガス供給 (例えば1MPa)
- ・低NOx

- ・異常燃焼が起きやすい(過早着火、ノッキング)
→ 低圧縮比による高温・高圧状態の緩和
→ 効率低下、低出力化(機関の大型化)が必要

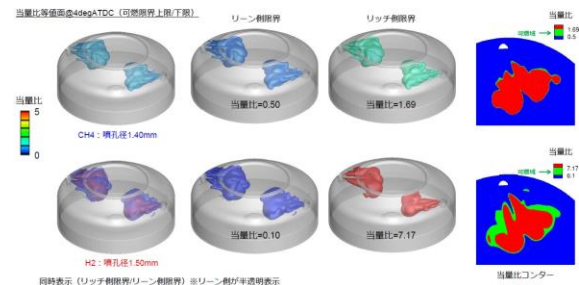
- 燃焼流体解析ソフトを用いて、エンジンモデルを構築。
- 噴孔間隔、掃気圧、スワール比等のエンジンチューニングパラメータの適正化を実施。



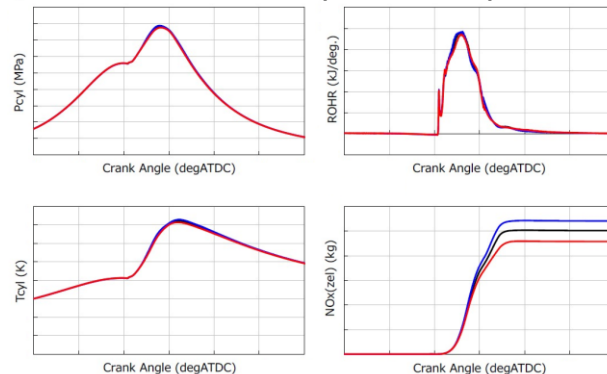
<解析モデル(燃焼室)>



- ・モデルパラメータチューニング
- ・噴射モードチューニング
- ・エンジンパラメータチューニング



<解析結果(3次元データ)>

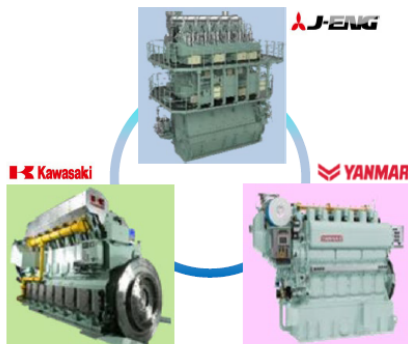


<解析結果(1次元データ)>

- コンソーシアムにて共通の技術課題解決に着手済。
- 材料の水素脆化の影響度を調査するべく、九州大学様との共同研究を以下のフローにて進めている。

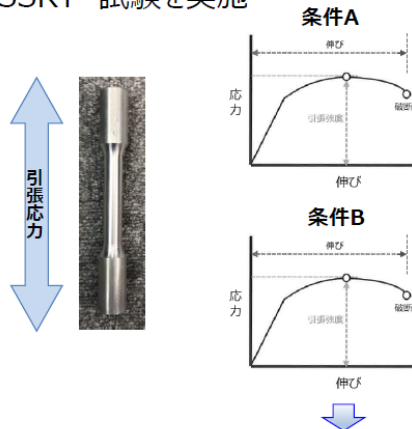
1) 対象材料の選定

エンジン部品の中から、水素脆化影響が懸念される材料・使用環境をピックアップ



2) SSRT※試験(九州大学)

該当材料の使用環境に応じて、SSRT※試験を実施



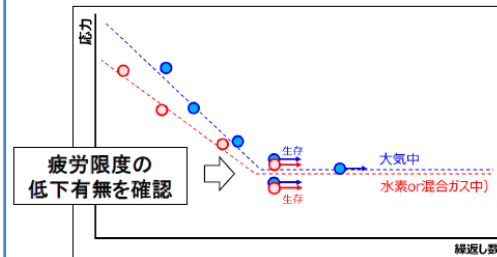
水素脆化の影響が大きい環境を特定

SSRT(Slow Strain Rate Technique)
: 低ひずみ速度引張試験

3) 疲労強度試験(九州大学)

- ・水素環境下と大気下における疲労強度の比較
- ・水素による疲労強度への影響評価

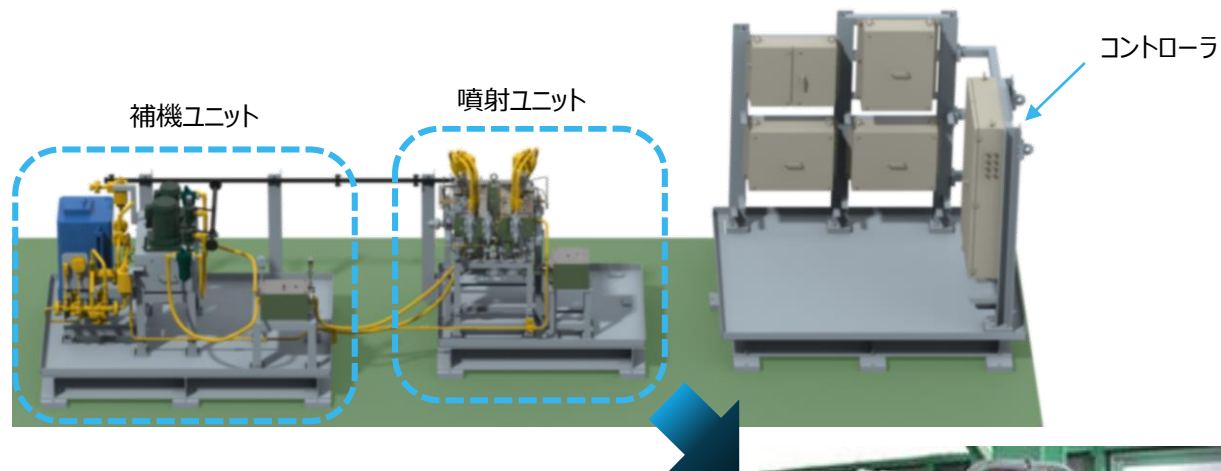
疲労試験 アウトプットのイメージ



出典：NEDOプロジェクト情報「船用水素エンジン及びMHFSの開発」

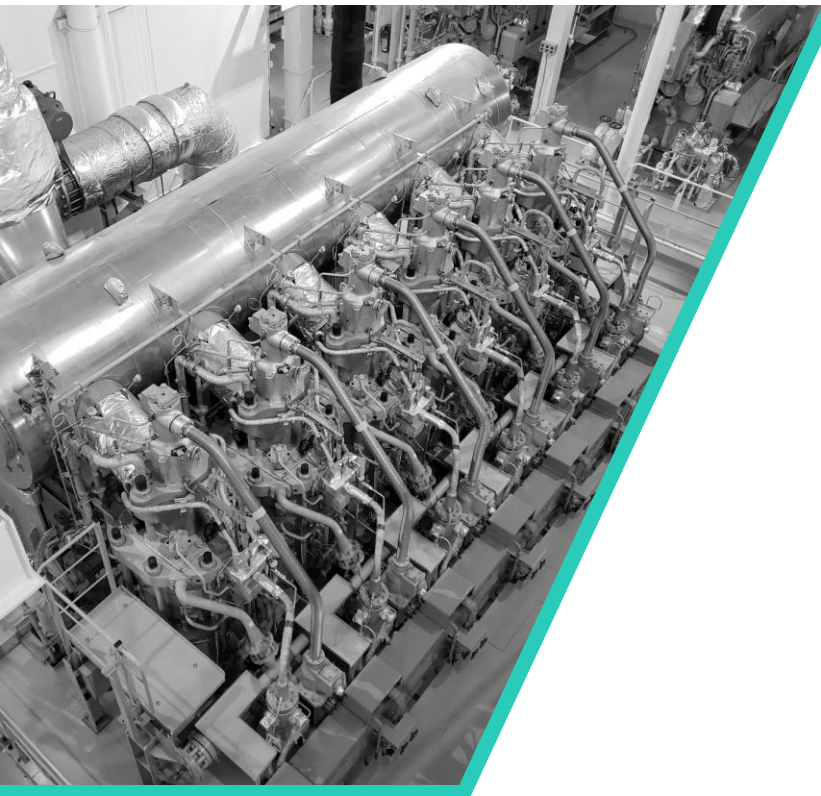
- NK様とリスクアセスメント実施や代替設計承認取得に向けた協議を実施中。
- 設計進捗に応じたリスクアセスメントを実施していく。
- 本プロジェクトのリスクアセスメントで得られた知見を水素燃料船ガイドラインへフィードバックしていく。





- 水素燃料噴射装置を設置し、作動試験を開始。
- 今後、水素燃料噴射装置の構造や仕様などの設計細部の検証を進め、基礎データを蓄積していく。





1. J-ENGとUEエンジンについて
2. GHG削減動向とJ-ENG技術戦略
3. 新機種UEC60LSH/LSJA
4. 超低燃費UEC-LSJ
5. アンモニア燃料エンジン
6. 水素燃料エンジン
7. デジタル技術



Eco制御システム 4G

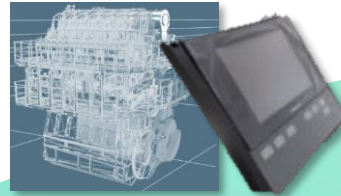
第四世代制御システム(4G)適用開始

Bearing temperature monitoring system
This system consists of sensors and software to monitor the temperature of bearings and detect abnormalities.

Bearing wear monitoring system
This system consists of bearing wear sensor, water content sensor and software to monitor the wear of bearings and detect abnormalities.

Cylinder pressure control and monitoring system
This system consists of sensors and software to monitor the cylinder pressure and control the fuel injection.

Eco engine waveform monitoring system
This system is installed as an additional system as well as cylinder pressure control and monitoring system, and consists of lift sensors of fuel injection pump / upper exhaust valve driving system, pressure sensor of cylinder lubricator, ASU, HUB unit and PC.

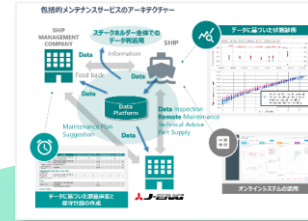


Eco制御システム 5G

将来的な拡張性を重視した次世代型エンジン制御システム

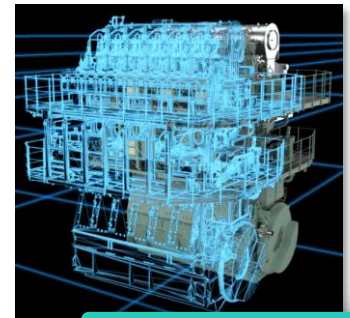
状態監視・CBM

部品の状態監視に基づくメンテナンス(CBM)の開発を推進中



遠隔監視と状態診断

国土交通省/高度船舶安全管理システムを適用した内航船向けエンジン



デジタルツインをめざす

2017.4発足

2018

2019

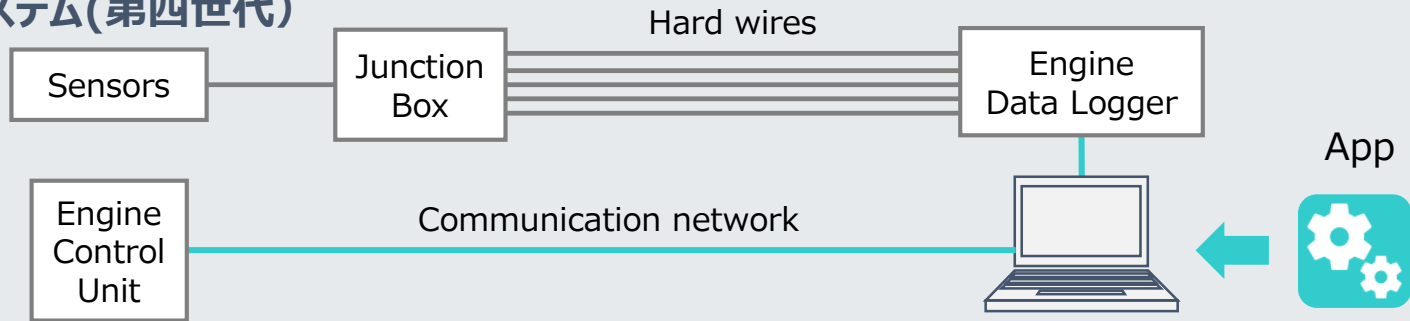
2020

2021

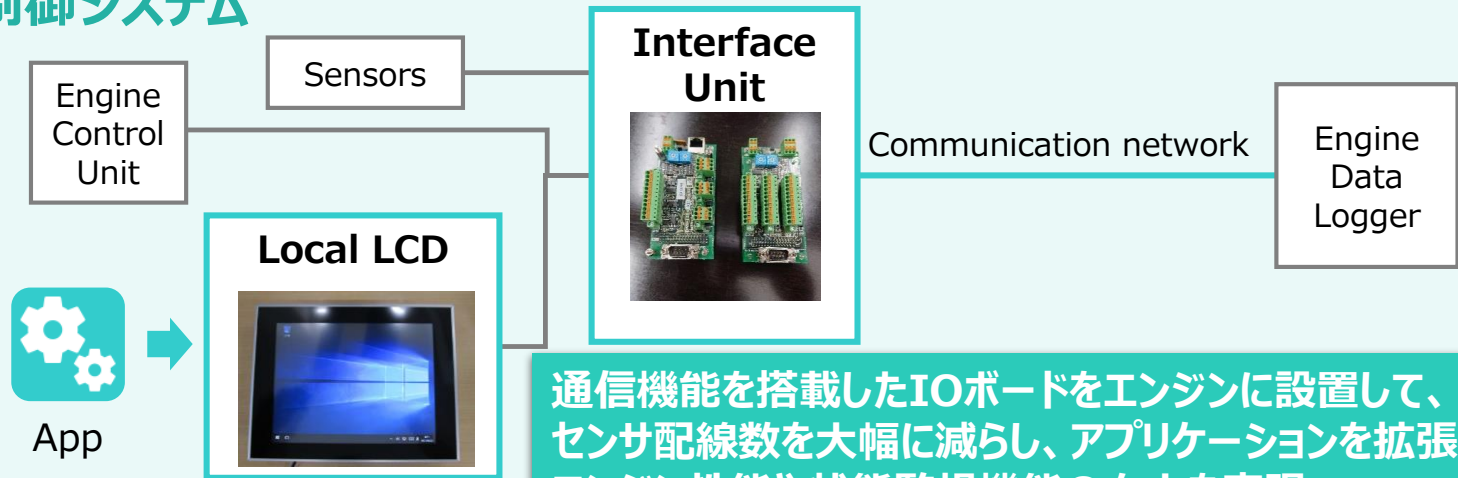
2022

2023

現状のEco制御システム(第四世代)



第五世代Eco制御システム



通信機能を搭載したIOボードをエンジンに設置して、センサ配線数を大幅に減らし、アプリケーションを拡張してエンジン性能や状態監視機能の向上を実現。

CBM実現に向けた、モニタリングシステムをラインナップ

筒内圧力制御システム
(モニタリングシステム)

ライナ温度
監視システム

電子制御機関波形
モニタリングシステム

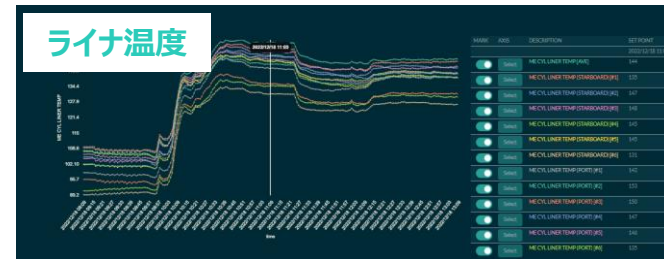
ピストンアンダー
サイドドレン鉄分
濃度分析システム

クロス軸受温度
監視システム

軸受摩耗
監視システム
(油分センサ含む)

主軸受温度
監視システム

SNSを介して運航データを開覧、アラーム情報を通知するシステムを構築。



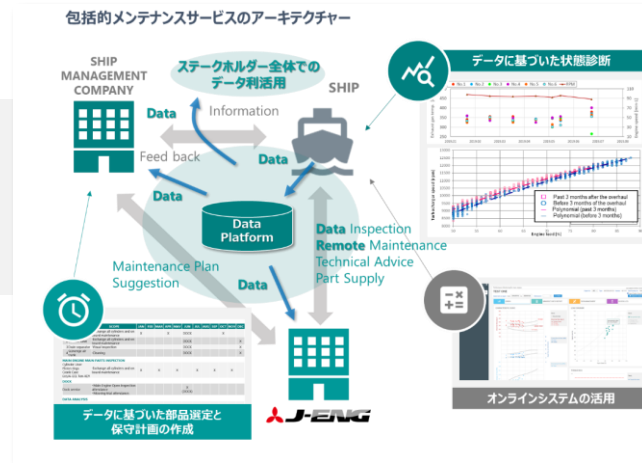
高度船舶安全管理システムの認証スキーム

- ① 筒内圧力センサやライナ温度センサなど、システム認証に必要なセンサの搭載
- ② センサデータの遠隔監視と状態診断
- ③ 包括的メンテナンス契約



現在、高度船舶安全管理システムを適用した内航船が就航中

- ✓ 船上サーバとEco制御システムを連携し、従来センサを含めた**エンジン情報を遠隔で監視**。
- ✓ ISO19847に準拠した船上サーバの利用と、ISO19848によるデータ連携の実施。
- ✓ データを活用した状態診断を含めた**包括的メンテナンスメニューの適用**。
- ✓ SNSを介して当社技師に**通知するシステムを構築**。

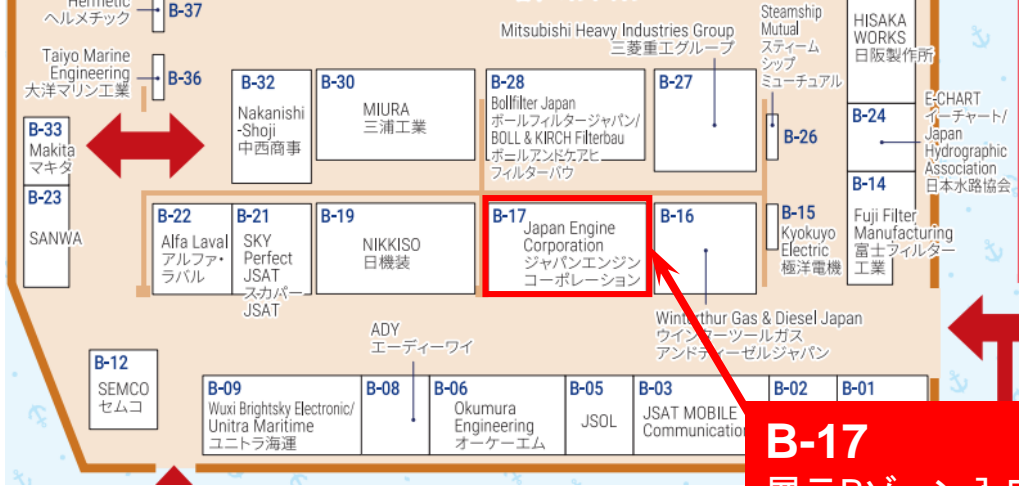
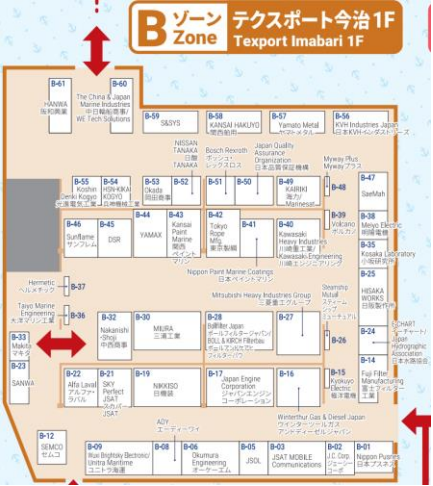


実ビジネスで、データを活用した包括的メンテナンスを運用し、サービスの付加価値向上を目指している。

- 2050年カーボンニュートラルを目指す動きが加速していく中、国際海運におけるGHG削減のソリューションとして、**脱炭素燃料を使用可能な内燃機関を開発**することが、喫緊の課題。
- ジャパンエンジンは、カーボンニュートラルへ向けた有望な選択肢である、**アンモニア燃料エンジン UEC-LSJA**と**水素燃料エンジン UEC-LSGH**の開発を鋭意推進中。
アンモニア燃料試験エンジンでは低速2ストロークエンジンで**世界初となるアンモニア混焼運転**をスタート。
- ベースとなるエンジンの**超低燃費 UEC-LSH/LSJ エンジンのラインナップを拡充**。
新機種**UEC60LSH/LSJA**の開発に着手。
- また、安全運航、省エネ運転、ライフサイクルコスト最適化を目的に、オープンイノベーションに対応する**第五世代Eco制御システムの開発**、CBMに必要な**モニタリングシステムの拡充・診断ロジックの高精度化**など、デジタイゼーションも推進。

ブースのご案内

➤ ブース番号 **B-17**



B-17
 展示Bゾーン入口
 すぐにございます。

会場セミナーのご案内

出展社プレゼンテーション
「UE機関の就航状況及び運航ガイダンス」
 日時：5/26(金) 13:50-14:20
 場所：展示会Cゾーン 1F、B会場 B-13
 内容：就航船最新状況、アフターサービスメニューと電子制御機関の安全運航への指針についてご紹介します。

Thank you

Japan Engine Corporation

1, Minamifutami, Futami-cho, Akashi, Hyogo Pref., 674-0093, Japan

www.j-eng.co.jp