

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：触媒とエンジン改良によるLNG燃料船からのメタンスリップ削減技術の開発  
実施者名：日立造船株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 三野 禎男

---

(共同実施者)：ヤンマーパワーテクノロジー株式会社  
株式会社商船三井

# 目次

## 0.コンソーシアム内における各主体の役割分担

### 1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

### 2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

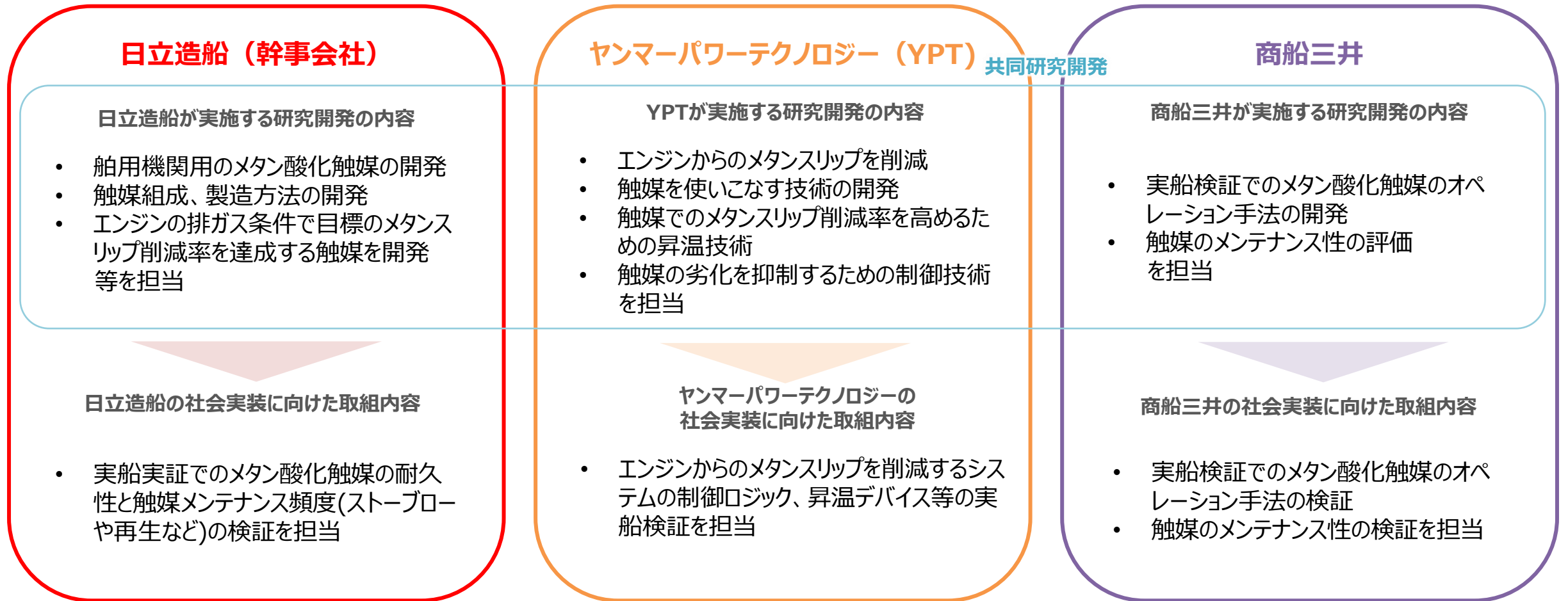
### 3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

### 4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

## 0. コンソーシアム内における各主体の役割分担



（提案プロジェクトの目的：LNG燃料船からのメタンスリップ削減）の実現

# 1. 事業戦略・事業計画

# 1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

## 海運の脱炭素化に向けたLNG燃料やカーボンニュートラルメタンへの転換においてメタンスリップ対策産業が拡大

### カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

#### （社会面）

- 2050年のカーボンニュートラル(CN)達成目標を120か国以上が掲げ、企業・産業界・国家、それぞれのレベルで脱炭素社会に向けた大競争時代に入。国際的な経済活動を支える海運分野は、全世界のCO2排出量の約2.1%を占めており、この排出量削減は重要な位置付け。

#### （経済面）

- 温暖化への対応を「成長の機会」と捉えた「ESG投資」の拡大やTCFD提言の対応など、気候変動対策と整合的な製品、事業戦略が国際競争力の前提条件となる。

#### （政策面）

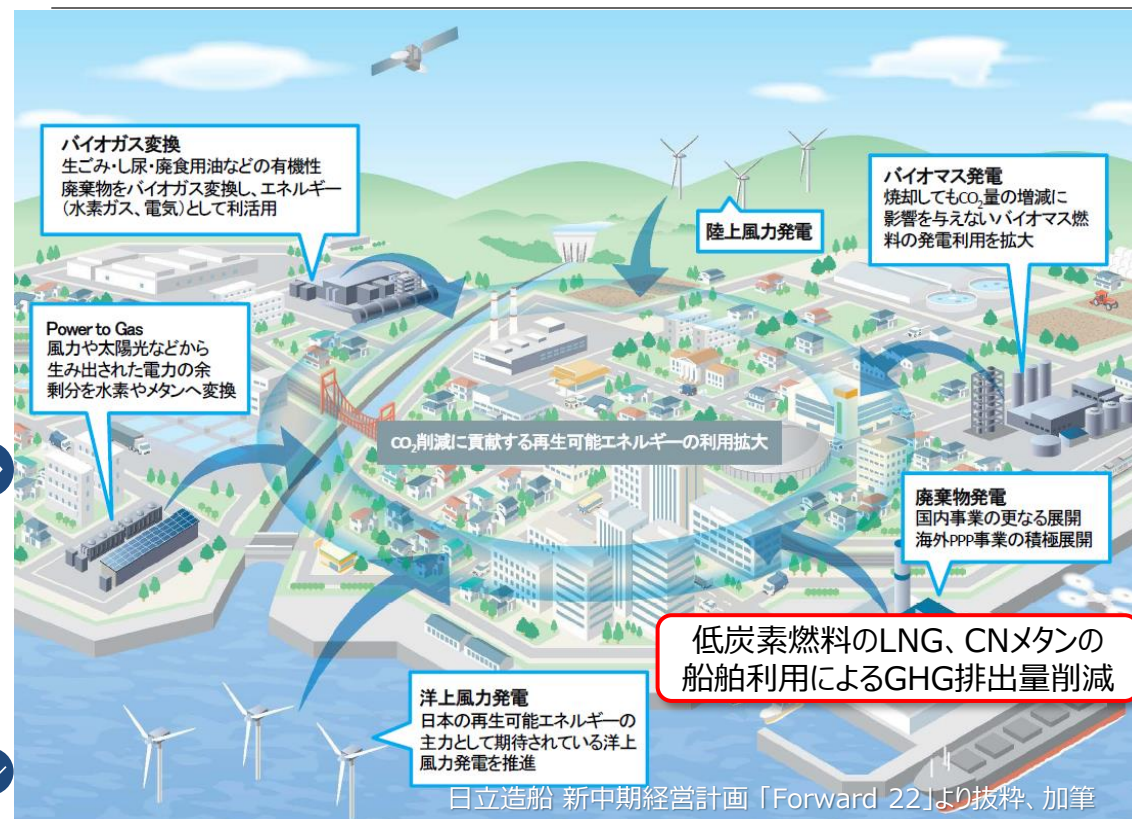
- 日本政府はCN宣言と併せて示したグリーン成長戦略の中で14の重要分野を設定。産業競争力強化、新産業への転換など数々の政策を打ち出している。
- 国際海事機関IMOも、既存船の燃費性能規制および燃費実績の格付け制度を2020年11月に合意し、GHG削減につながる政策が打ち出されている。

#### （技術面）

- LNG燃料船やCNメタンの船舶燃料利用において課題となるメタンスリップに関して、大幅な削減を達成する技術の実船実証が必要である。

- 市場機会：  
海運の脱炭素化に向けてLNG燃料船の需要が拡大する中、メタンスリップ削減によるGHG削減関連産業の創出と事業拡大が見込まれる。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：  
持続可能な社会実現に向け、全世界でCNの取り組みが急拡大する中、市場獲得による経済成長、雇用拡大が見込まれる。

### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



- 当該変化に対する経営ビジョン・事業戦略：
  - ・「クリーンなエネルギー」、「クリーンな水」、「環境保全、災害に強く豊かな街づくり」を柱として、CNに資する2030年までの全社目標および戦略を公表。
  - ・低炭素燃料であるLNG、「クリーンなエネルギー」として取組むCNメタンを船舶利用する際のGHG排出量削減は、「環境保全」の面でも必要な取組みとして、船用機器・脱硝ビジネスユニットにてメタンスリップ対策に取組む。

# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## LNG燃料船市場のうち中・高速エンジンをターゲット

### セグメント分析

GHG排出量をエンジンタイプと削減技術で分析

LNG燃料船からのGHG排出量(g/kWh)：75%負荷時

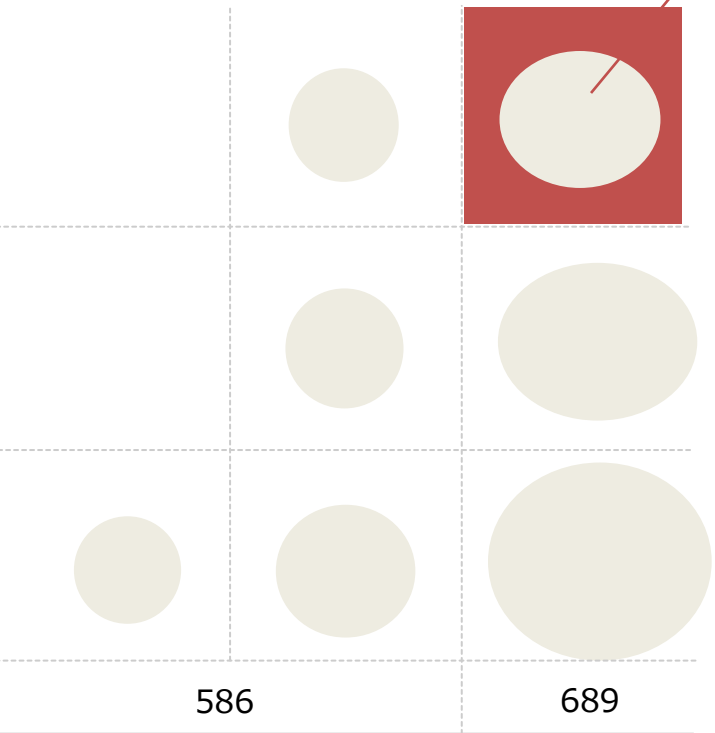
開発技術

開発後  
(後処理：70%)

開発後  
(燃焼改善：40%)

現状  
(削減技術なし)

C重油（参考）



低速(高圧)

低速(低圧)  
エンジンタイプ

中・高速

※1  
重油からLNGへの転換によるGHG削減効果をメタンスリップによりほぼ相殺

### ターゲットの概要

#### 市場概要と目標とするシェア・時期

- 2030年頃に船舶燃料消費量におけるLNGの割合は11.2%、2050年には37.5%または66.5%への拡大が見込まれている。2032年頃にはゼロエミッションを見据えたカーボンリサイクルメタンの利用も見込まれている。
- GHG削減効果が大いの中・高速エンジン搭載船向けにメタン酸化触媒装置を開発し2026年に上市する。
- 将来のゼロエミッションに対応するため、すべての船舶（公募対象のすべてのエンジン）への対応できるように技術開発を推進し適用を進める。
- 70%削減により市場の要求を満たす。

船種	市場成長率	顧客（船側）の課題	想定ニーズ	主なターゲット
外航船	LNGタンカー	LNG需要増 • GHG(メタン)規制適合 • 積荷の燃料利用	• 補機のLNG利用 • ボイルオフガス(低圧)利用	補機 想定
	バルカー その他タンカー コンテナ等	その他化石燃料需要減 • GHG(メタン)規制適合 • ペイロード確保 • 低コスト燃料の利用最大化	• 補機のLNG利用	
内航船	貨物船	同上 • 同上	• 小型・高出力化(付帯設備含め)	主機 (または 電気推進 補機) 想定
	作業船 タグ等	再エネ関連船需要増 • GHG(メタン)規制適合 • 船速や出力確保	• 小型・高出力化(付帯設備含め) • 負荷応答性 • ハイブリッド化	
	客船 フェリー等	人口増 • GHG(メタン)規制適合 • ペイロード、船速確保 • 冗長性、安全性確保 • 輸送サービス高付加価値化	• 小型・高出力化(付帯設備含め) • 電気推進(/ハイブリッド)化 • 静粛性	
	漁船	• GHG(メタン)規制適合 • ペイロード確保 • バンカリングインフラの普及	• バイオ燃料や合成燃料での対応が主体になると想定	



# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## メタンスリップ触媒技術を用いたGHG排出量を削減する製品により事業を創出/拡大

### 社会・顧客に対する提供価値

- LNG燃料船へのメタンスリップ削減技術の提供

### ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

- 2026年度までに実船実証試験を完了し、LNG燃料船にメタン酸化触媒を含むメタンスリップ削減装置の事業を開始する。
- LNG/CN燃料船用のガスエンジンにメタン酸化触媒を含むメタンスリップ削減装置に搭載することで収益を確保する。
- 将来、CNメタンへ移行した際には、メタン酸化触媒を高性能化することでゼロエミッション船となり、メタンスリップ削減装置の事業を拡大する。
- メタン酸化触媒は性能を維持するために定期的に回収・交換することで、安定した収益を確保する。



# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

## 市場導入（事業化）しシェアを獲得するために、ルール形成（標準化等）を検討・実施

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

### 国際標準化

（IMOルール）

- IMOにおけるメタン排出規制の協議に際して、規制値及び適用範囲に関して日本国提案の助勢となるべく、アドバイスを行う。

（IACSルール）

- NKとともにルール作りに協力し、NKを通じてIACSへの働きかけを実施し、国際標準化を目指す。
- 競合他社の情報を収集し、自社の強みと求められる標準化を適切に評価し、標準化を提案する。

### 民間認証

研究成果に基づき、装置サイズ等を標準として規定し型番による選定を可能な状態とする。

上記標準をガイダンスとして造船所・船主へ幅広く発信し、標準設計となることを目指します。

（国内外の標準化や規制の動向）

- IMOによるGHG削減目標が強化(2023年7月)  
「2050年ごろまでにGHG排出ゼロ」
- EU-ETSでは2024年から海運におけるCO2が排出量取引の対象  
メタンも2026年以降は排出量取引の対象

（市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- 研究成果を活かして、中核の触媒技術・システム構成・安全性を高いレベルで標準として纏める。
- システムの安全性に関しては、NKによる確認を実証装置に対して実施の上、社会実装前に確立。



本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容（※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載）

- 研究成果に基づき、特許取得を推進。なお特許及び標準化にてオープンにするべき項目とクローズにするべき項目を使い分けて、戦略的に標準化と知財を連動させる。
- 社会実装前／後に関係分野へ標準を発布し、認知を深める。



# 1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

## 触媒技術と船用脱硝装置の実績を活かして、社会・顧客に対してGHG削減という価値を提供

### 自社の強み、弱み（経営資源）

#### ターゲットに対する提供価値

- LNG燃料船へのメタンスリップ削減技術の提供によりGHG削減に貢献できる。
- 原動機本体、船用脱硝触媒など既存の製品を組み合わせ提案や脱炭素燃料のアンモニア、水素に関する触媒技術の提案も可能

#### 自社の強み

- 世界で唯一船用エンジン、船用脱硝触媒と装置を提供している。
- 国内の造船所、船主とのコネクションを構築済み
- 2stエンジンのサービスネットワーク

#### 自社の弱み及び対応

- 海外触媒メーカー台頭時の価格競争力  
早期実用化による顧客の囲い込み

### 他社に対する比較優位性

#### 自社 （現在）

##### 技術

- 1970年代から事業化している脱硝触媒技術
- 船用脱硝触媒・装置の実績



#### （将来）

- 2stエンジン対応、ゼロエミッションに向けた触媒の高性能化

#### 触媒競合 メーカー

- 触媒技術は有しているが、装置技術は有していない

##### 顧客基盤

- 船用脱硝触媒・装置、2stエンジンの実績による信頼性



- 本事業を通じて4stエンジンメーカーとの関係強化

- 船用分野と顧客への実績は少ない

##### サプライチェーン

- 触媒材料、反応器メーカーなど複数の購入先を有している



- 触媒回収・交換体制を構築

- 触媒材料メーカーは多数有している

##### その他経営資源

- 船用エンジンのサービスネットワーク
- CN関連の開発人材



- 海外ネットワークの強化

- 船用関連のサービスネットワークはなし

# 1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

## 7年間の研究開発の後、2027年頃の事業化、2031年頃の投資回収を想定

### 投資計画

										計画の考え方・取組スケジュール等
2021年度	2022年度	2023年度	・・・	2026年度	2027年度	・・・	2035年度	2035年度 まで合計	2031年度	
研究開発					事業化			投資回収		
売上高					国内エンジン市場への導入後海外へも展開					<ul style="list-style-type: none"><li>2027年度に開発した装置の事業化を開始、まずは国内エンジン市場での導入を図り、2031年度には売上30億円を目指す。</li></ul>
研究開発費		約12.2億円						約12.2億円		<ul style="list-style-type: none"><li>2021年度から23年度にかけて国内エンジンメーカーと陸上試験を実施</li><li>2024年度から26年度にかけて開運会社とともに実船実証試験を実施</li></ul>
設備投資費										<ul style="list-style-type: none"><li>現行事業の設備を可能な限り活用することで新規設備投資を抑制する。</li></ul>
取組の段階	研究開発開始	陸上試験終了	・・・	実証試験完了	事業化	・・・	海外展開など事業拡大	-	投資回収	<ul style="list-style-type: none"><li>2026年度までに実船実証試験成果により2027年度から事業を開始し、海外へも展開して事業拡大を図る。</li></ul>
CO <sub>2</sub> 削減効果								約270万トン		<ul style="list-style-type: none"><li>売上より試算したエンジン出力(kW)を基に、研究開発・社会実装計画記載のメタンスリップ削減率より試算</li></ul>

# 1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none"><li>本事業メンバーであるエンジンメーカー、造船所、船主と意見交換し、顧客ニーズを把握する。</li><li>国交省海事局や船級協会と意見交換し国際ルール化を図る。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>既存事業の製造・品管設備を可能な限り活用した製造方法を採用することで、新規の設備投資を抑制する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>メタンスリップを削減する本事業に参画することで、メタンスリップ削減装置の有効性・信頼性のPRが可能。</li><li>本事業での成果により国際的なルール化を進める。</li><li>他社に先駆けてサンプル提供することで顧客の囲い込みを図る。</li></ul>
進捗状況	国内外のエンジンメーカー、造船所、海運会社などへ技術を紹介し顧客ニーズの把握をすすめた。	既存の製造ラインで触媒、吸着剤ともに量産方法確立した。	顧客訪問での技術の説明を行ったほか展示会で幅広い層にPRを実施した。また、海外のメーカーから引き合いがあり、サンプル提供等について調整中。
国際競争上の優位性	<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none"><li>触媒技術を反応器設計技術を有しており、触媒特性を生かした反応器設計が可能。</li><li>メタンスリップ、脱硝、将来燃料対応の触媒技術を開発しており、顧客のニーズに対応して製品の提供が可能。</li></ul>	<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none"><li>既存事業の設備を最大限活用することでコスト競争力向上を推進する。</li></ul>	<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none"><li>国内外のネットワークを活用し、顧客のニーズを把握して製品の競争力向上を推進する。</li></ul>

# 1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

## 国の支援に加えて、13.1億円規模の自己負担を予定

### 資金調達方針

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2035 年度	2035年度まで合計
事業全体の資金需要	約18.9億円								製品改良等に 投資を継続
うち研究開発投資	約12.2億円								
国費負担 (委託又は補助)	約5.8億円								
自己負担 (A+B)	約13.1億円								

（外部調達の場合、想定される資金調達方法を記載）

- 外部調達の予定なし

（上記の自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響）

- 自己負担分として2026年度まで開発予算に織り込み済み。会社全体のキャッシュフローに与える影響はない。

## 2. 研究開発計画

## 2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

# メタンスリップ削減率70%というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

### 研究開発項目

LNG燃料船のメタンスリップ対策  
対象：4ストロークエンジン補機500kW以上

### アウトプット目標

2026年までにLNG燃料船のメタンスリップ削減率70%以上

### KPI

メタンスリップ削減率70%

1. 触媒の開発(2021年～2023年)[日立造船]  
エンジン排ガスの条件で触媒を反応させて目標のメタンスリップ削減率を達成する
2. エンジンシステムの開発(2021年～2023年)[YPT]
  - ・ 触媒のメタンスリップ削減率を高めるために排気温度を昇温し、触媒劣化を抑制してメンテナンスインターバルを満足
  - ・ エンジン出口でのメタンスリップを削減

<ステージゲートクリア後>

3. 実船実証(2024年～2026年)[商船三井]  
開発した触媒とエンジンを組み合わせてメタンスリップ削減技術の運用手法の確立

### KPI設定の考え方

- ・ 海運のゼロエミに貢献する。
- ・ 現状のままでは、重油からLNGへの燃料転換でCO<sub>2</sub>は25%削減もメタンスリップによりGHG削減効果が薄れている。
- ・ メタンスリップを70%削減し、燃料転換によるGHG削減効果を引き上げる。



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法

#### KPI

メタンスリップ削減率70%以上

#### 現状

- TRL3(実験による概念実証)
- 1. 触媒の開発 [日立造船]  
模擬ガスでのメタン酸化率を確認
  - 2. エンジンシステムの開発[YPT]  
リーンバーンをベースとした削減レベルに限定  
メタン酸化触媒を実用化したエンジンは存在しない
  - 3. 実船実証[商船三井]  
船用脱硝触媒装置の搭載知見あるが、メタン酸化触媒の運用技術は未確立

#### 達成レベル

- TRL7(商業化前の実証)  
メタンスリップ削減率70%をエンジン排ガスにて確認
- ＜ステージゲートクリア後＞  
TRL8(商業規模の実証)  
長期運用手法の確立

#### 解決方法

- 1. 触媒組成、製法検討による性能向上
  - ① 触媒組成の最適化
  - ② 触媒製法の最適化
  - ③ 排ガスでの触媒評価から課題抽出、改善
- 2. メタンスリップ削減
  - ① メタン酸化触媒との協調制御
  - ② エンジン本体の燃焼コンセプト見直しによるメタンスリップ削減
- 3. 所有船へ開発した触媒とエンジンを組み合わせたシステムの適用

#### 実現可能性 (成功確率)

- 1. 70%  
触媒に不利な温度条件でもシステムを成立させる
- 2. 70%  
エンジン制御が難しい条件でもシステムを成立させる
- 3. 90%  
1、2での課題を解決後に実施する

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容

1

a.触媒の開発

直近のマイルストーン

空間速度 $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ にてメタン酸化率70%をDock To Dock相当の期間運転に目途



これまでの（前回からの）開発進捗

- ・吸着材と触媒の組成及び形状の最適化により耐久性が飛躍的に向上  
当初計画の半分の触媒量(SV:14,000h<sup>-1</sup>)で15,000時間の間、再生なしで性能維持の見込み  
20,000hの間、性能維持できる仕様に目途がついた触媒が再生可能であることも確認済み
- ・実排ガスを使った試験で耐久性を確認中  
短期間での触媒性能低下は見られず、さらし時間を長くして確認中

進捗度

進捗度：◎  
  
目標としているDock To Dock相当の期間運転の方策に道筋を立てた

触媒製法の最適化



- ・製造設備の導入と量産条件の確立を行い、量産した吸着剤及び触媒の陸上試験反応器への据付を完了

進捗度：◎  
・実証試験に対応可能な量産体制を確立

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

### 各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

#### 研究開発内容

1

触媒の  
開発

#### 直近のマイルストーン

陸上ベンチでの触媒によるメタンスリップ削減率:70%以上の達成  
[ステージゲート目標]



#### これまでの（前回からの）開発進捗

[触媒評価技術の確立]

- ・触媒単体耐久評価装置での吸着剤、触媒のスクリーニングを実施しベンチ試験、実船実証用の吸着剤、触媒を選定完了。
- ・陸上ベンチでの触媒システムの評価  
陸上ベンチでのエンジンと触媒組合せでの評価を実施し触媒で95~98%,エンジンとの組合せで97~99%の削減率を達成

#### 進捗度

◎  
(理由) 計画通りに耐久評価装置による触媒選定を完了  
陸上ベンチでの目標メタンスリップ削減率を達成

2

エンジン  
システム  
の開発

陸上ベンチでのエンジン出口からのメタンスリップ削減:60%以上の達成  
[ステージゲート目標]



[エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築]

- ・単気筒試験機でのEGR率の見極め  
EGR率20%でメタンスリップ削減率:64%を確認
- ・多気筒試験機用のEGR関連機器の設計  
EGR関連装置、制御のベンチ評価結果による作り込み
- ・陸上ベンチ評価  
EGR率等の最適化により、エンジン出口で実用負荷域で61~68%減を達成

◎  
(理由)  
メタンスリップ削減率60%達成

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容

1  
a.触媒の  
開発

直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
空間速度 $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ にてメタン酸化率70%をDock To Dock相当の期間運転に目途	特になし	
触媒製法の最適化	特になし	

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 触媒の開発	陸上ベンチでの触媒によるメタンスリップ削減率:70%以上の達成 [ステージゲート目標]	[触媒評価技術の確立]  特になし 日立造船殿と共同で推進する	日立造船殿と共同で推進する
2 エンジンシステムの開発	陸上ベンチでのエンジン出口からのメタンスリップ削減:60%以上の達成 [ステージゲート目標]	[エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築]  ・長時間使用時の各部品の信頼性	コンソメンバーと共に実船実証で検証を実施する。

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### これまでの研究開発目標の達成状況

---

- ① 「メタン酸化触媒量として空間速度 $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ にて  
メタン酸化率70%の性能の確認」
- ② エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築
- ③ 触媒評価技術の確立



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### これまでの研究開発目標の達成状況

---

- ① 「メタン酸化触媒量として空間速度 $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ にて  
メタン酸化率70%の性能の確認」
- ② エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築
- ③ 触媒評価技術の確立

### 1. メタン酸化触媒及び吸着材の仕様確立

→メタン酸化触媒及び吸着材の耐久性を検証

### 2. 触媒槽構造の確立

→構造検討及び試作による検証

### 3. 多気筒試験機による評価

→実証装置・陸上試験の試験装置納入及び艤装状況を確認

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### 1）メタン酸化触媒及び吸着材の仕様確立

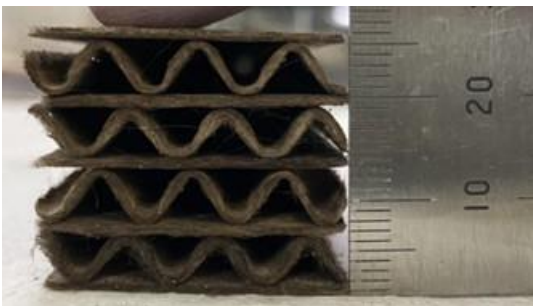
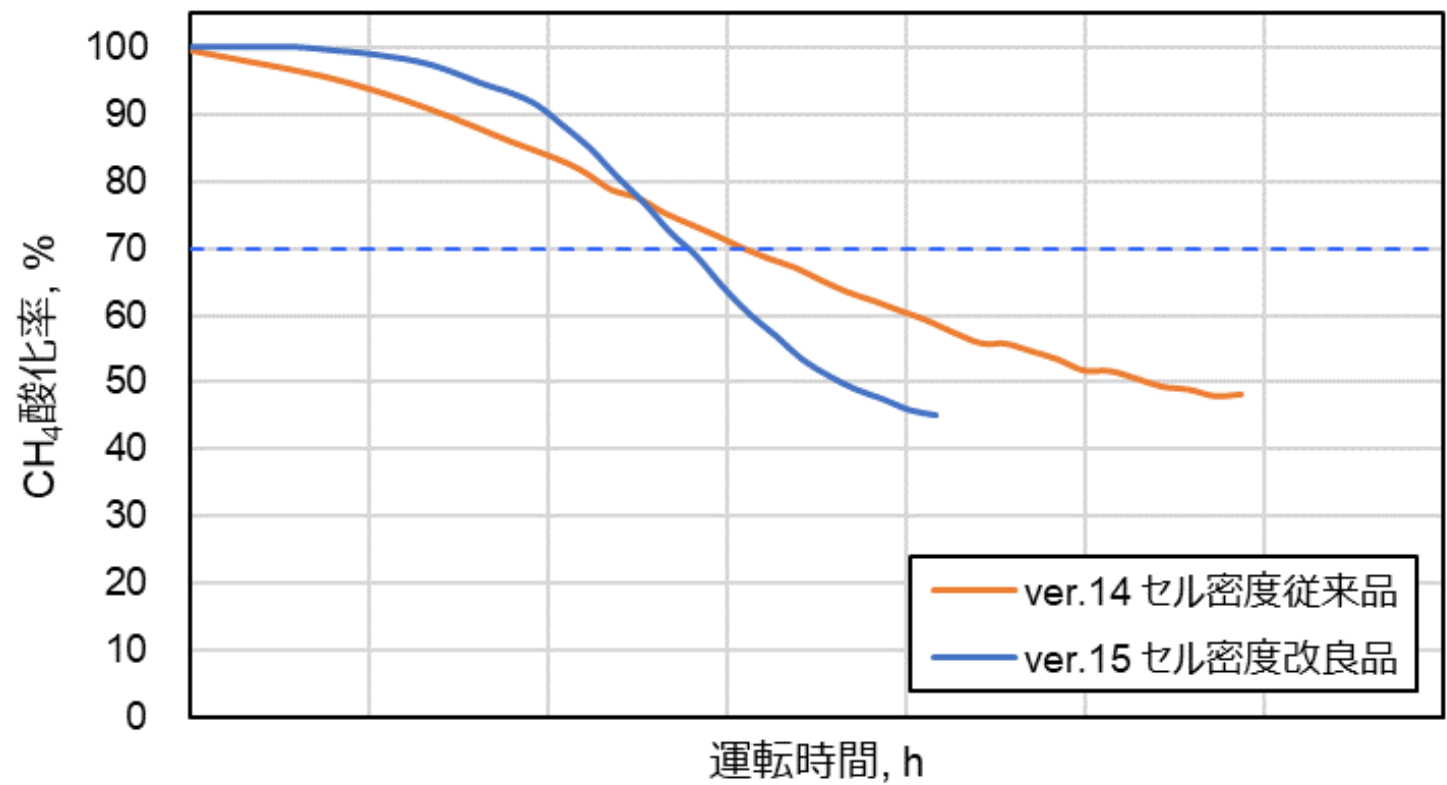
---

- ✓ 目的：Dock to Dock相当時間メタン酸化率70%を維持するための触媒及び吸着材の確立
- ✓ 実施項目
  - 課題：  
Dock to Dock 時間相当性能を維持する触媒と吸着材を探索する
  - 方法：  
触媒、吸着剤ともに高性能な組成を実証船に搭載する形状で耐久試験を実施する  
耐久試験は加速試験で実施

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### 耐久性

セル密度を変えた触媒の耐久性を確認(SV: 7,000h<sup>-1</sup>, 400℃, SO<sub>2</sub>: 0.1ppm)



ver.14 セル密度従来品



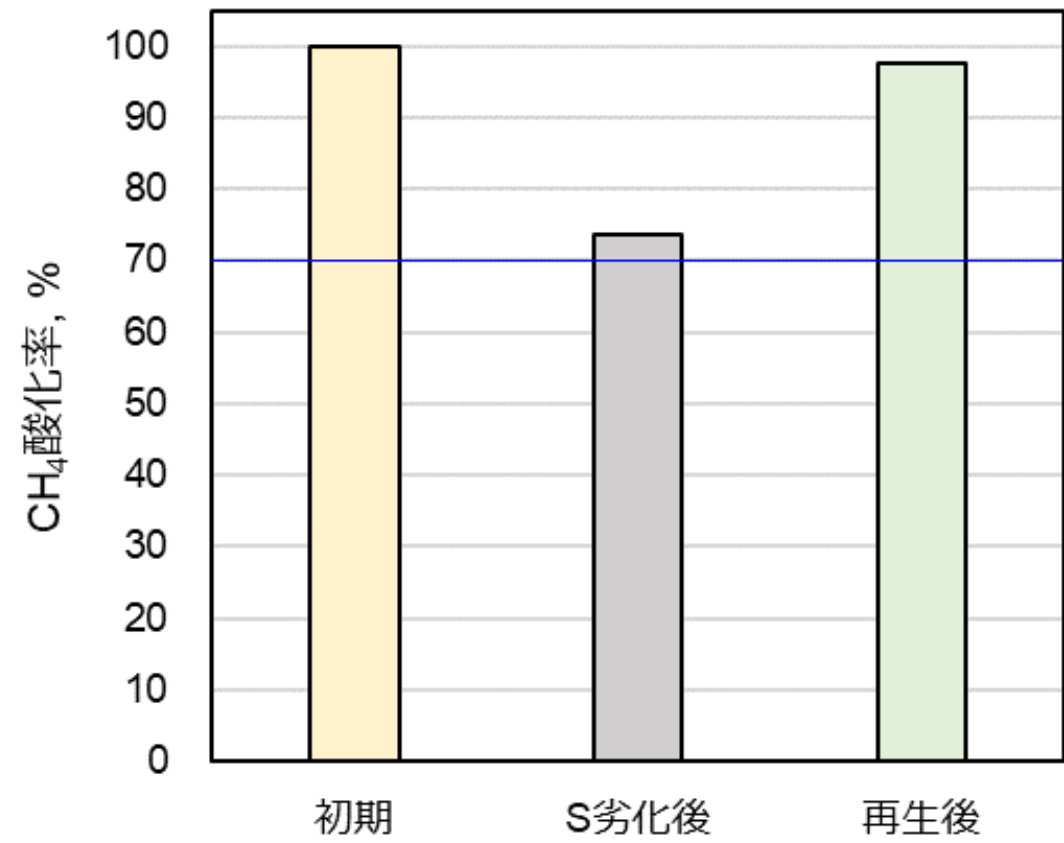
ver.15 セル密度改良品

セル密度従来仕様は劣化速度が緩やか

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### 触媒再生

SO<sub>2</sub>での劣化後及び再生処理後の触媒性能を確認(SV: 7,000h<sup>-1</sup>, 400℃)



【性能評価条件】

温度: 400℃

CH<sub>4</sub>: 1,000ppm、O<sub>2</sub>: 12%、H<sub>2</sub>O: 8%

【Sさらし条件】

温度: 400℃、処理時間: --h

SO<sub>2</sub>: 10ppm、CH<sub>4</sub>: 1,000ppm、O<sub>2</sub>: 12%、H<sub>2</sub>O: 8%

【再生条件】

温度: --℃、処理時間: --h

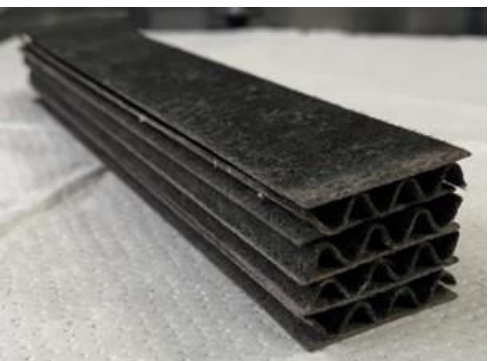
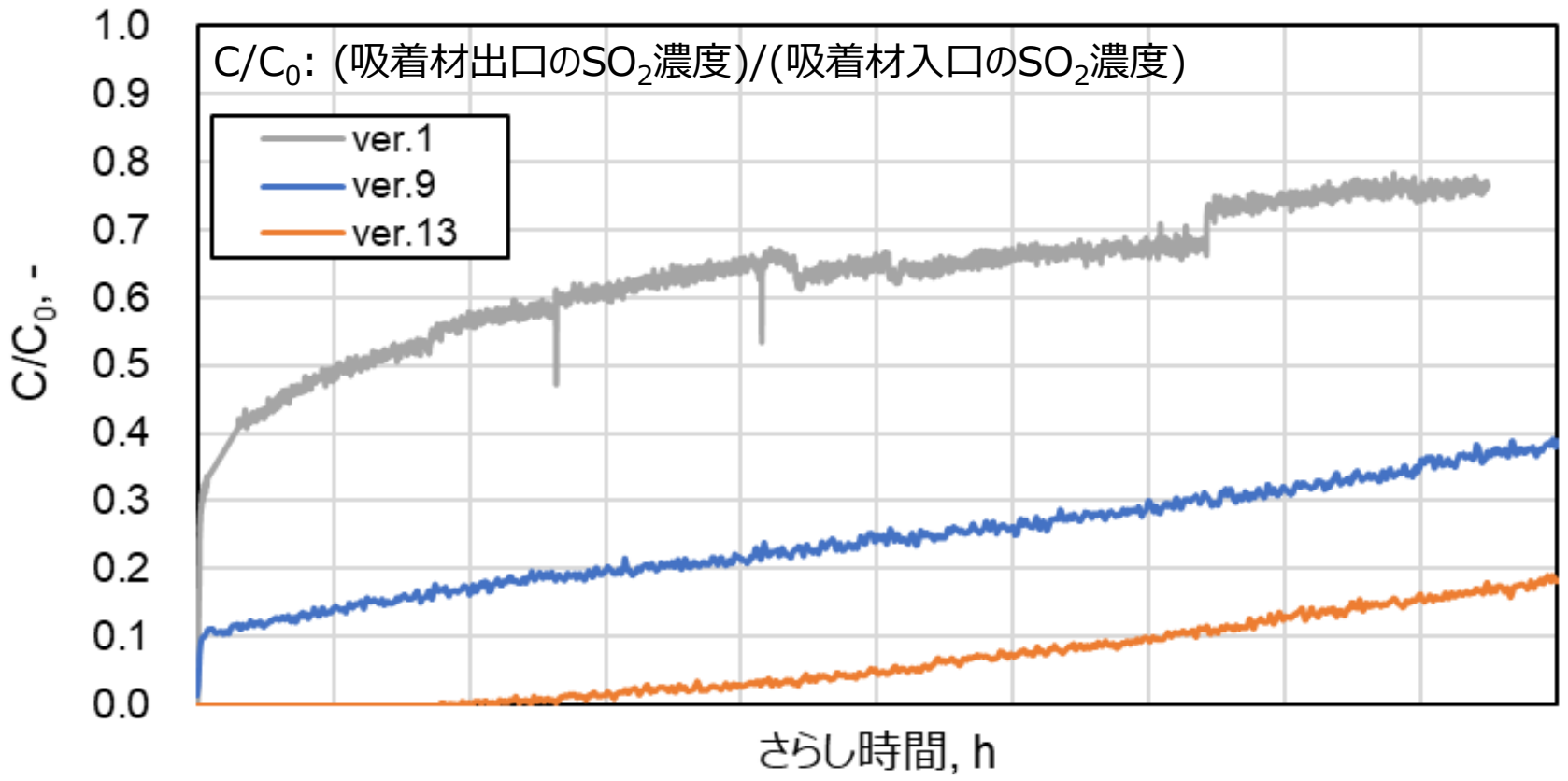
CH<sub>4</sub>: 1,000ppm、O<sub>2</sub>: 12%、H<sub>2</sub>O: 8%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

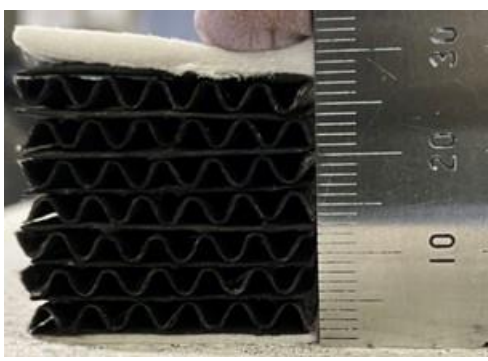
吸着材

セル密度を変えた吸着材の性能を確認

実機SO<sub>2</sub>: 0.1ppmの場合、100倍加速想定



ver.9 セル密度従来品



ver.13 セル密度改良品

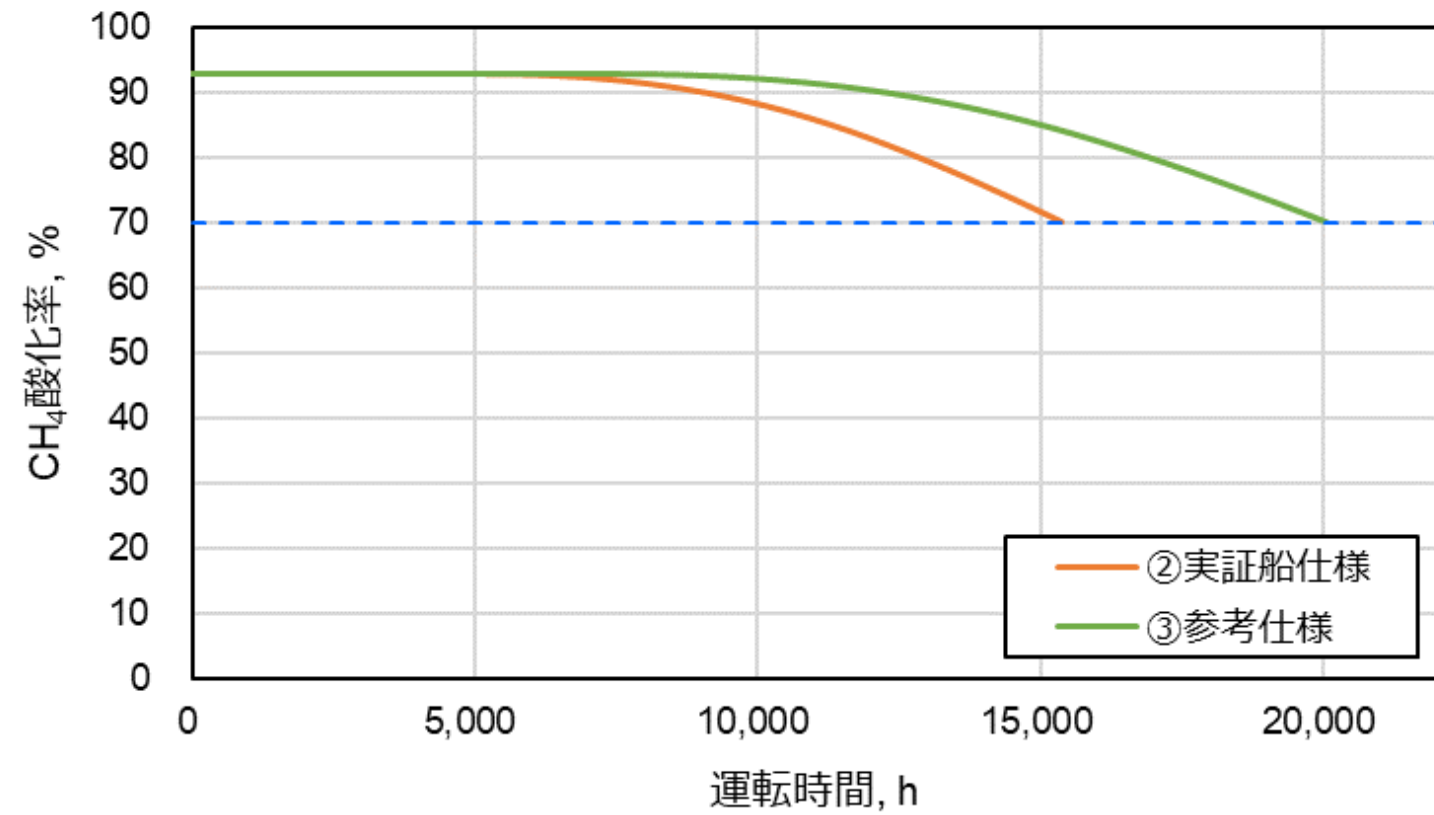
セル密度改良により吸着性能が向上



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

性能試算

吸着材及び触媒を組み合わせた実証船条件での性能試算を実施  
(SV: 14,000h<sup>-1</sup>, 400℃)



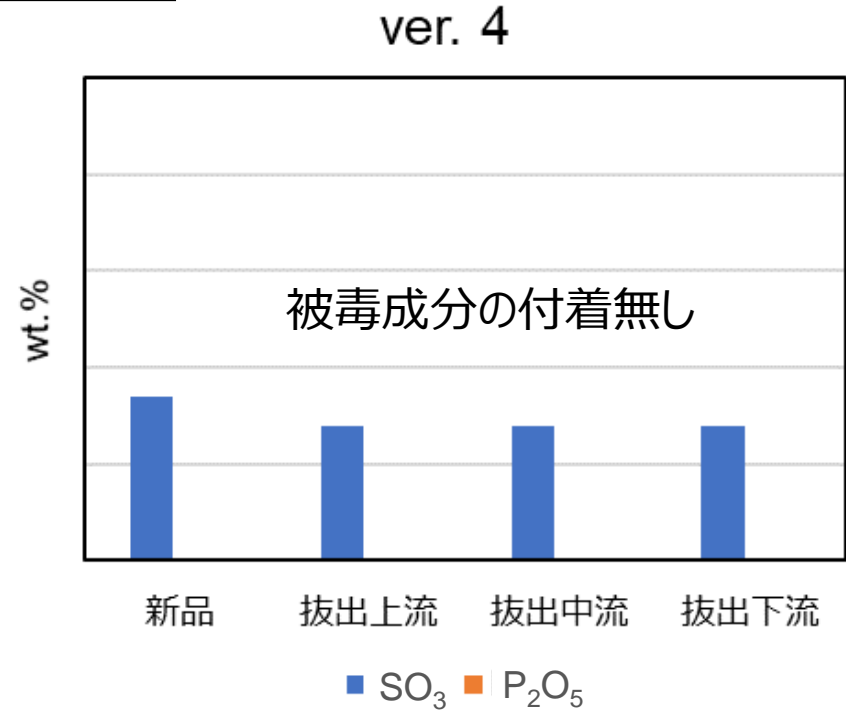
実証船仕様(②)はSV:14,000h<sup>-1</sup>、再生なしで15,000hの間、70%性能を維持できる見込み  
20,000hの間、70%性能を維持できる仕様(③)にも目途がついた

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

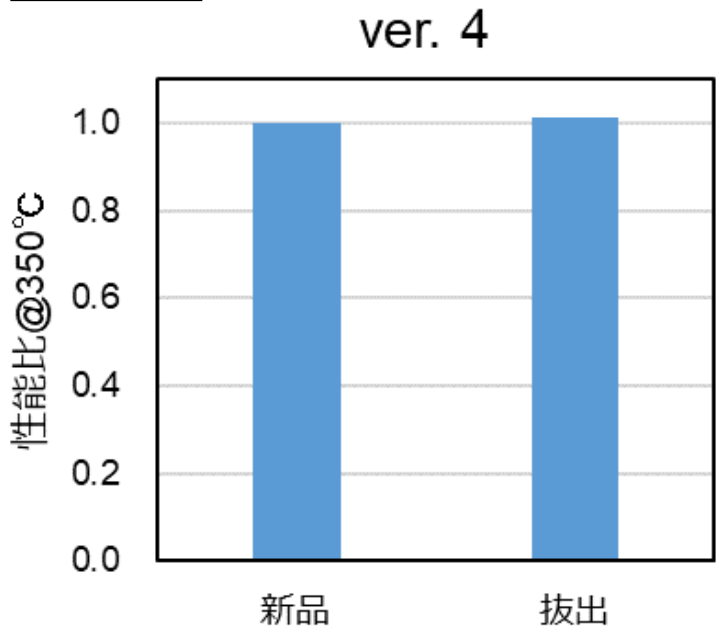
触媒耐久試験装置による評価  
ガスエンジン排気を用いた触媒の耐久評価を開始



成分分析



性能評価



※2週間さらし後のサンプルを拔出評価

2週間のさらし期間(通ガス169時間)において劣化なし  
長期間の耐久性評価を実施中

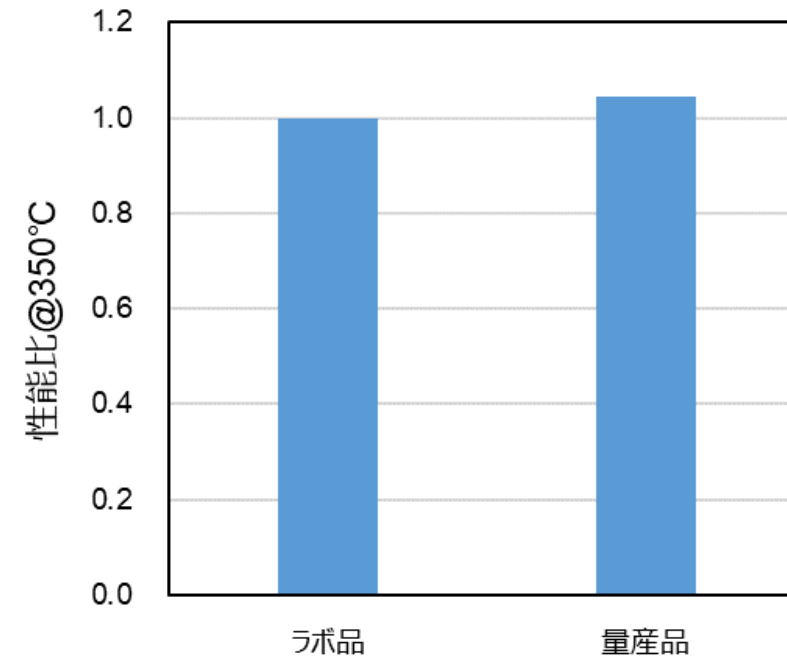
## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### 触媒の量産

活性成分を触媒板に塗布するための量産設備を導入し、製造条件の検討を実施



塗布装置



性能試験結果

量産のための製造条件を確立  
量産品の性能はラボ品と比べ遜色ないことを確認

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### 2) 触媒槽構造の確立

---

- ✓ 目的：触媒が適切に保持されていることを確認
- ✓ 実施項目
  - 課題：  
船内での振動に対して適切に保持され、ガスシール性能を確保すること。
  - 方法：  
日立造船が有する触媒の構造及び容器内の固定方法に関する特許を用いて、メタン酸化触媒の触媒ケース及びReactorの設計に展開させた。
  - 検証：  
設計上のコンセプトに基づいた触媒保持が可能であることを、艤装前の触媒槽内に模擬の触媒ケース（内部に充填する触媒エレメントが無い状態の形状保持構造物）を充填して確認する。
- ✓ 検証結果：良好
  - 触媒ケースが触媒槽内に問題なく設置され、支持構造物によって保持されることを確認した。



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### 3) 多気筒試験機による評価

#### ✓ 実証装置の試験装置出荷



触媒槽



Air supply unit



制御盤



分析計

- 各機器を倉庫に集荷の上、検品実施。

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### ✓ 実証装置への本船艀装



触媒槽



Air supply unit



制御盤



分析計

- 本船にて各機器の艀装工事実施。



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### ✓ 陸上試験装置の設置



触媒槽



Air supply unit



制御盤



分析計

- 実証装置（本船用）と同じ仕様の機器を陸上試験用として別に用意して試験実施。
- 分析計は実証装置のものを移設して計測実施。

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

---

### ✓ 陸上試験装置による検証実施

実証装置（本船用）の実施前に、同じ仕様を持つ陸上試験装置を用いて下記の通り試運転による動作確認を実施した。

#### 1．装置の動作確認

- 触媒装置が自動的に起動・停止することを確認。
- 触媒を加熱再生する装置が問題なく動作することを確認。

#### 2．装置の安全確認

- FMEAの各項目に基づき、装置が定められた動作を行うことを確認。

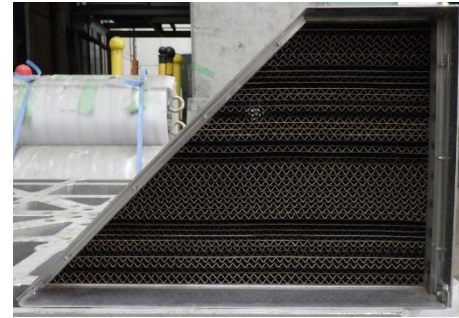
## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

触媒の量産と反応器への据付

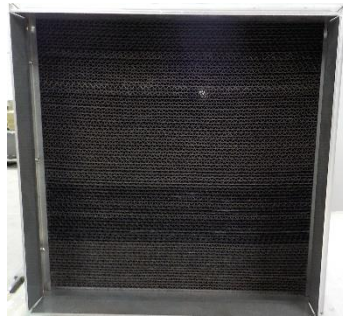
陸上試験に使用する吸着剤及び触媒の量産を実施



触媒(正方形)×10ケース



触媒(台形)×4ケース



吸着剤(正方形)×10ケース



吸着剤(台形)×4ケース

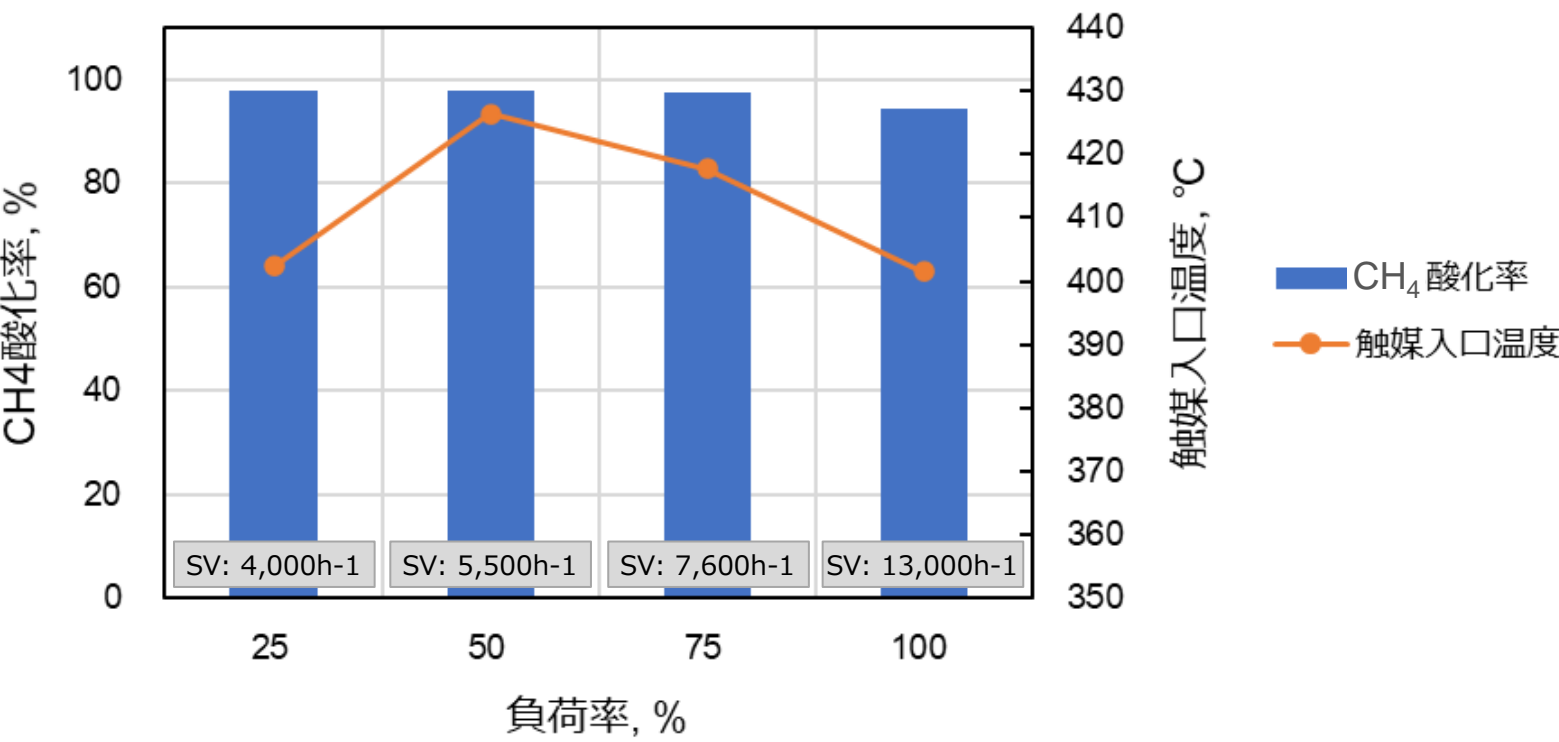
振動試験装置にて機械強度面に問題ないことを確認  
陸上試験反応器への充填を完了

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

✓ 陸上試験装置による触媒性能確認

各エンジン負荷条件における触媒によるメタン酸化率を計測した。

目標性能：メタン酸化率 $\geq 70\%$ (SV $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ )



**各負荷条件において目標性能を達成**

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### これまでの研究開発目標の達成状況

---

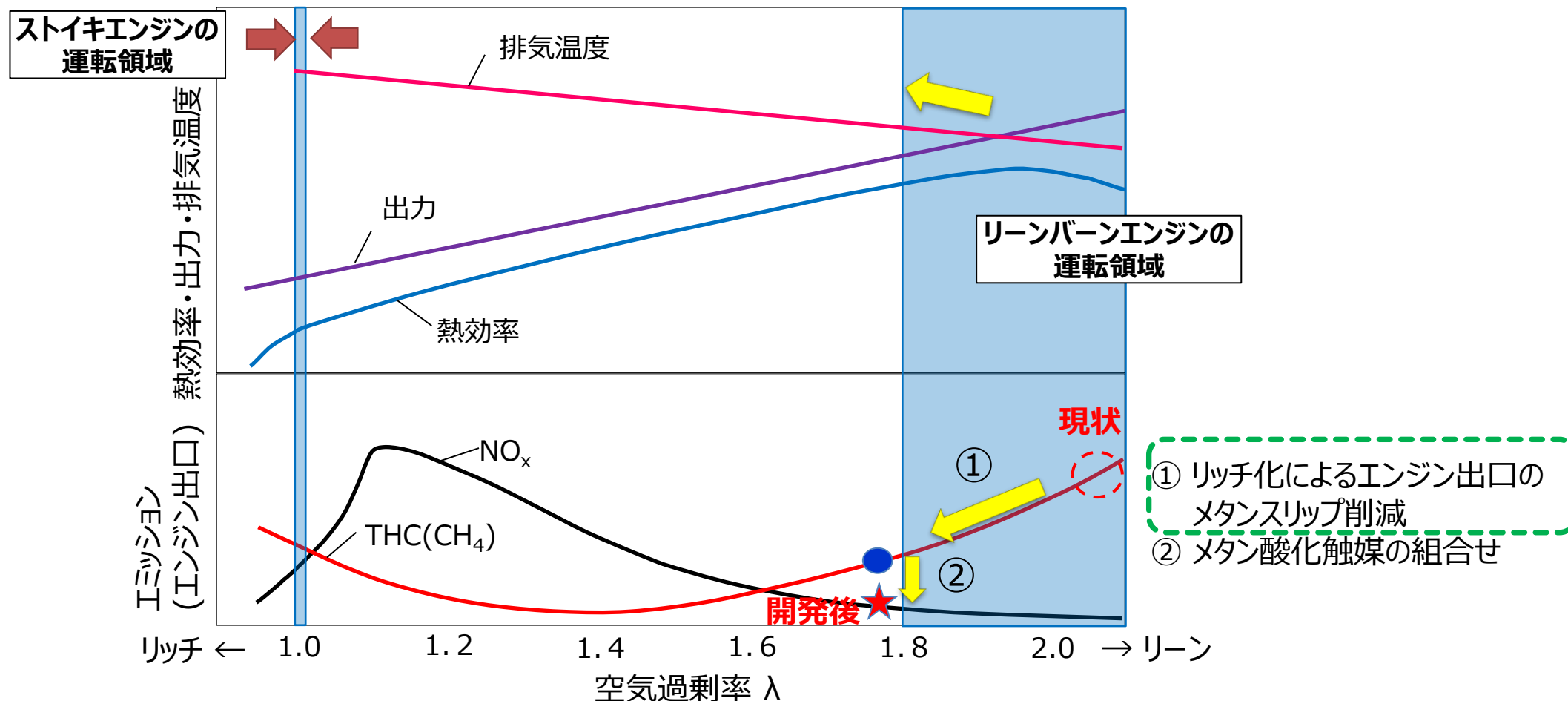
- ① 「メタン酸化触媒量として空間速度 $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ にて  
メタン酸化率70%の性能の確認」
- ② エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築
- ③ 触媒評価技術の確立



# 燃焼制御によるCH<sub>4</sub>スリップ低減

： 空気過剰率のリッチ化によるエンジン出口でのメタンスリップ削減と排気昇温

- ① エンジン燃焼コンセプトの見直し(空気過剰率のリッチ化)により、エンジン出口のメタンスリップ削減する
- ② エンジンチューニング(排気昇温)とメタン酸化触媒を組み合わせ、より効果的にメタンスリップを削減する



内燃機関の空気過剰率とエミッション、熱効率、出力の関係

### 研究開発の目的

---

- ✓ 目的：エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築
- ✓ 削減目標：60%
- ✓ 実施項目：EGR+リッチ燃焼を用いた低減手法の構築
  - 1. 単気筒試験機を用いた検討
  - 2. 多気筒試験機を用いた検討

### 研究開発の目的

---

- ✓ 目的：エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築
- ✓ 削減目標：60%
- ✓ 実施項目：EGR+リッチ燃焼を用いた低減手法の構築

#### 1. 単気筒試験機を用いた検討

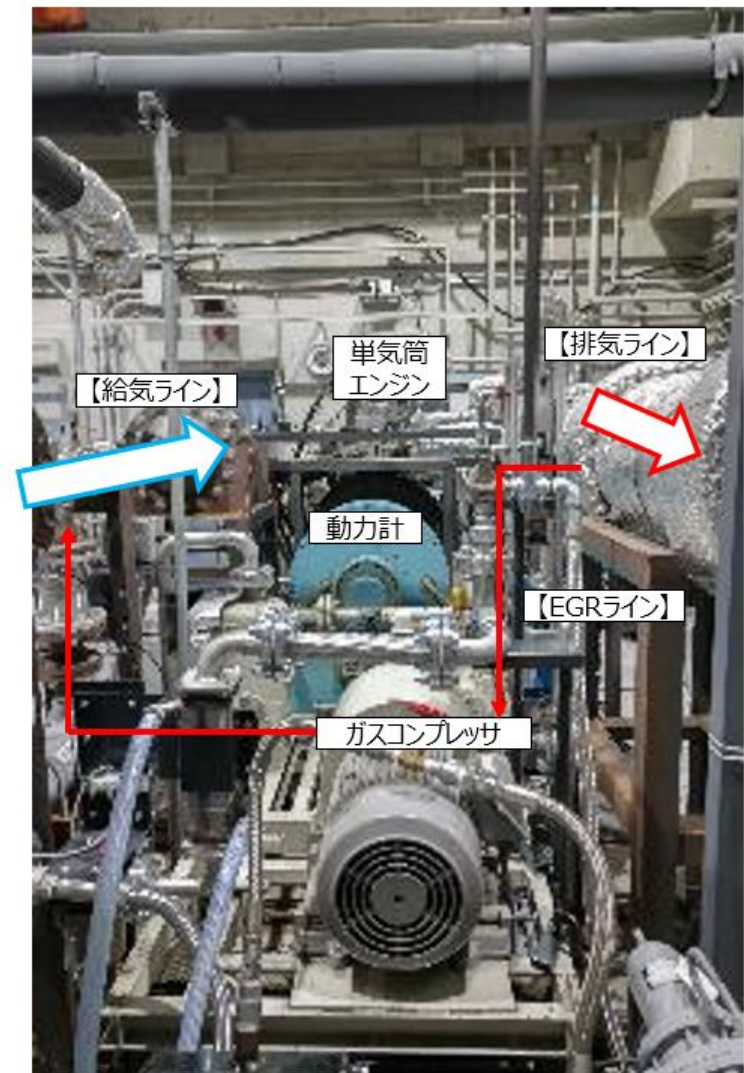
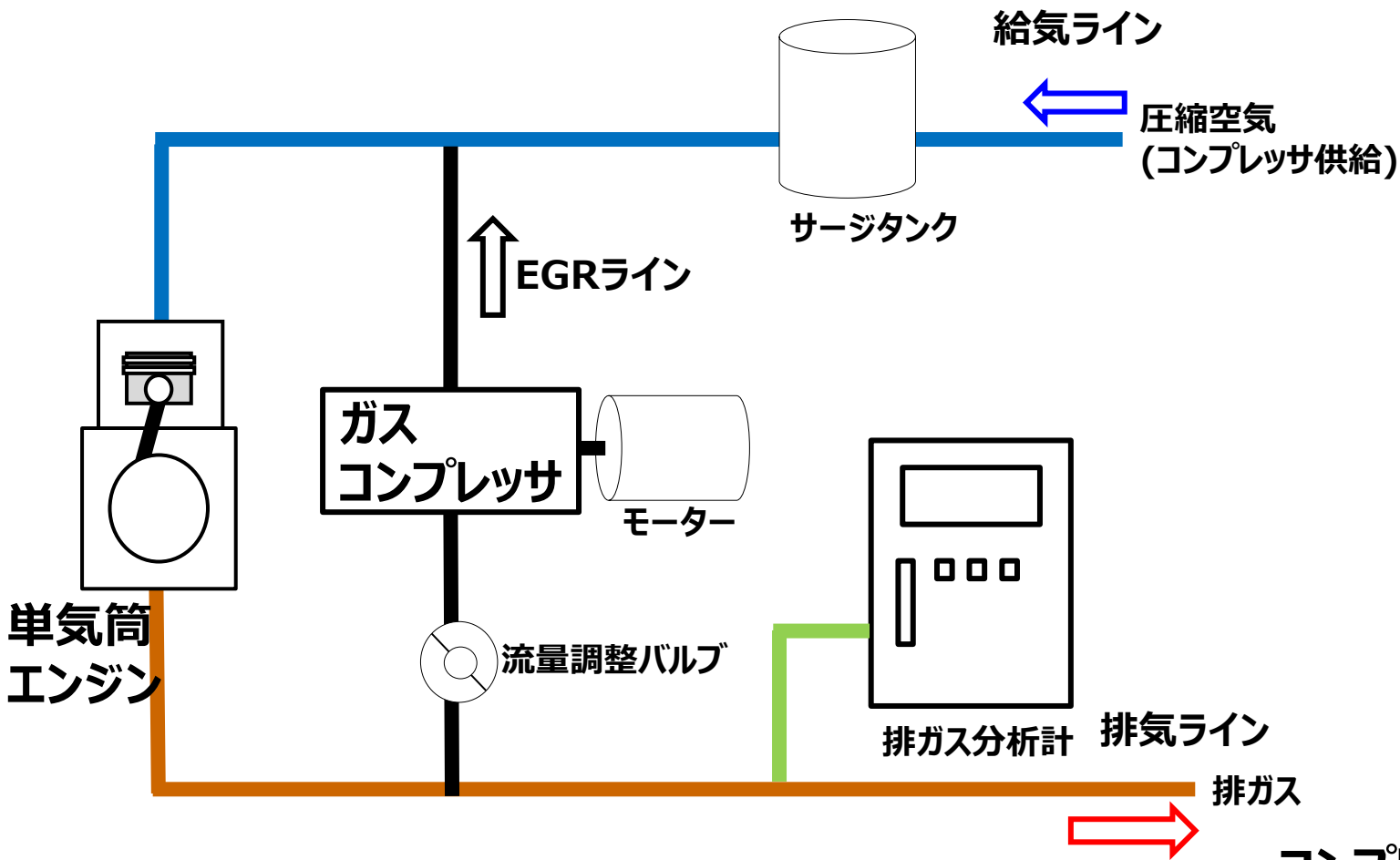
→メタンスリップ削減率60%を達成するEGR率を見極め、最適化を実施

#### 2. 多気筒試験機を用いた検討



# 単気筒試験機のEGRシステムを構築

## ✓ EGR試験設備の構築

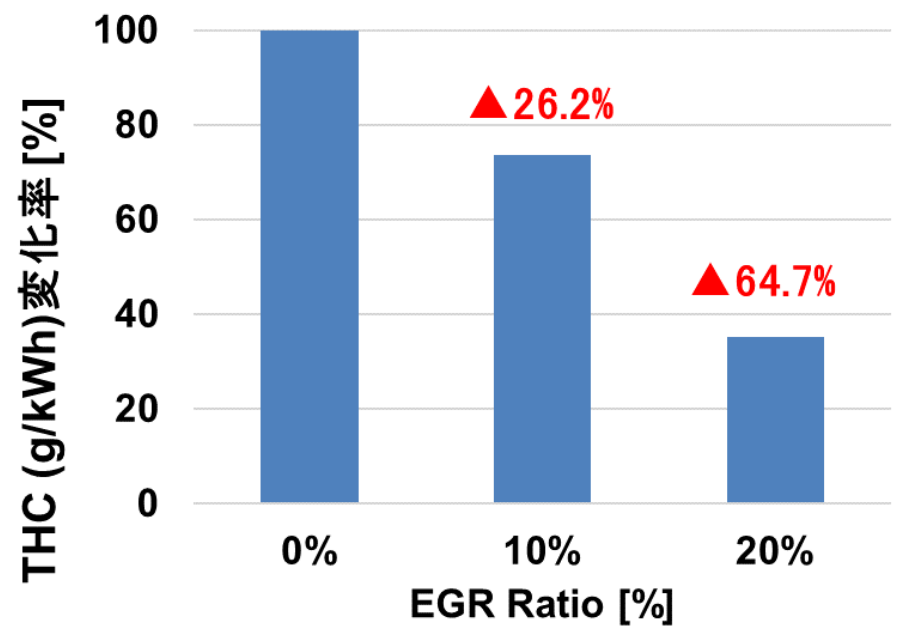


コンプレッサによるEGRシステムの構築完了

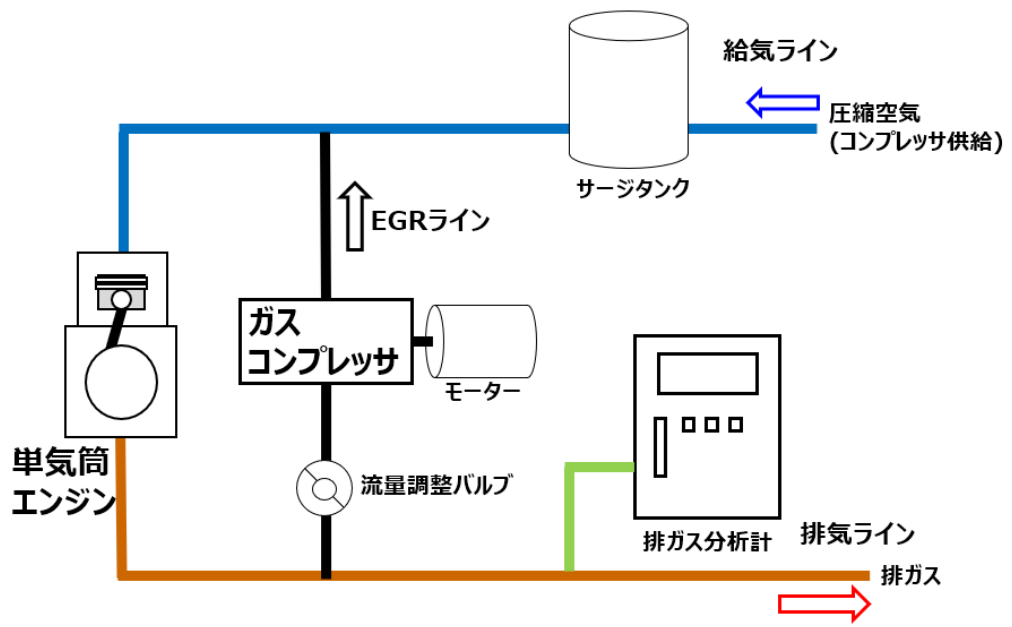
# 単気筒試験機結果

## EGRとリッチ化により60%のTHC低減見込みを実証

- ✓ 試験条件
- エンジン回転数: 1,500min<sup>-1</sup>
  - BMEP: 1.46MPa
  - 点火時期: 調整
  - EGR率: 0~20 % +リッチ化(※)
- ※EGR無し条件と同等のNOx排出レベル



評価条件を実機に合わせ込み  
更に最適化を行い64.7%減を達成



※THC(全炭化水素): その大部分がCH<sub>4</sub>

### 研究開発の目的

---

- ✓ 目的：エンジンでのメタンスリップ削減技術の構築
- ✓ 削減目標：60%
- ✓ 実施項目：EGR+リッチ燃焼を用いた低減手法の構築

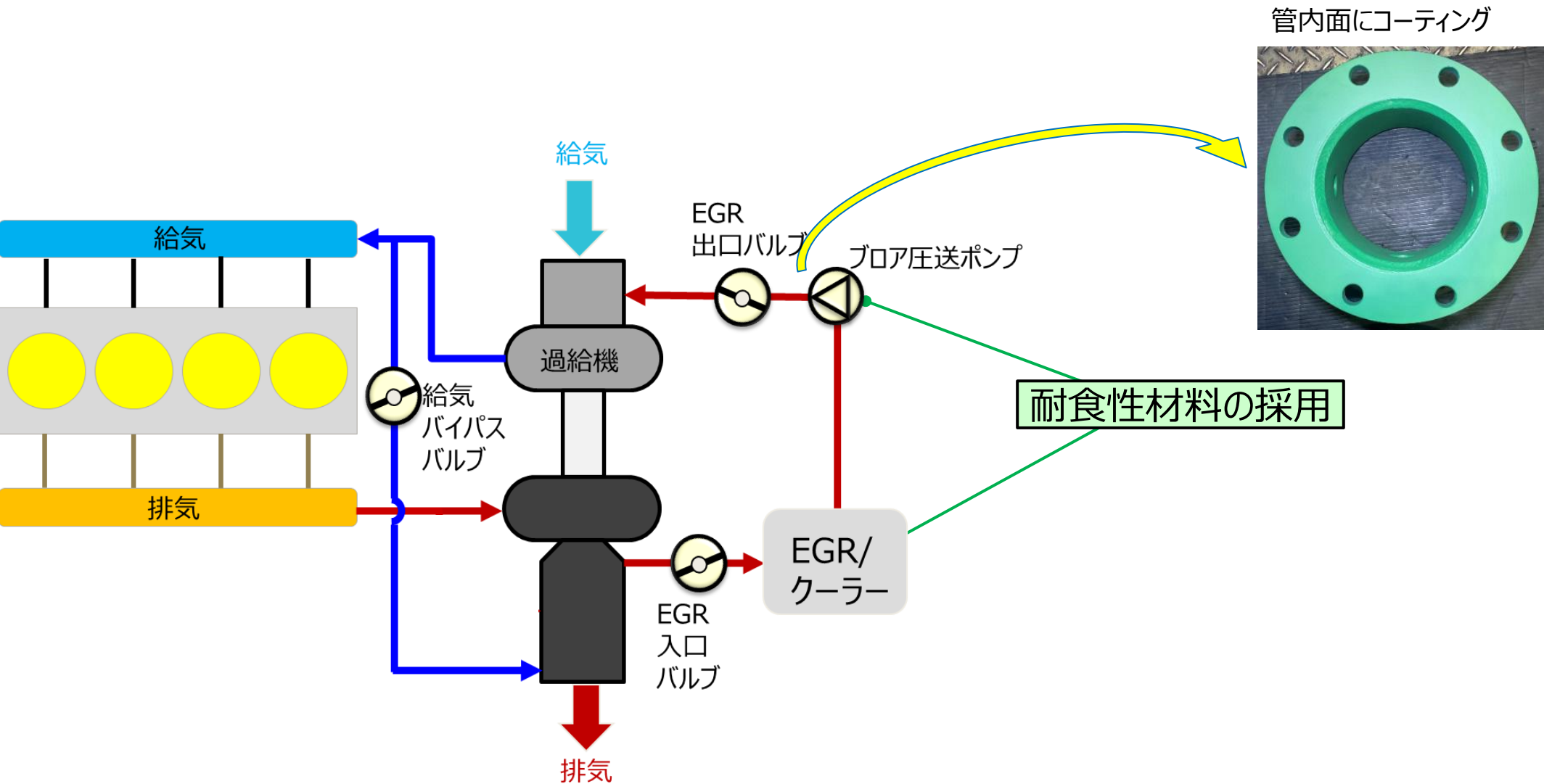
#### 1. 単気筒試験機を用いた検討

#### 2. 多気筒試験機を用いた検討

- ・実機試験結果に基づき、凝縮水に対応したシステム見直しとEGRクーラ後の各部品の耐食性の向上を実施。
- ・制御ソフトの机上評価を完了し、実機にて最終確認中
- ・EGR及び触媒付きでのメタンスリップ評価を完了

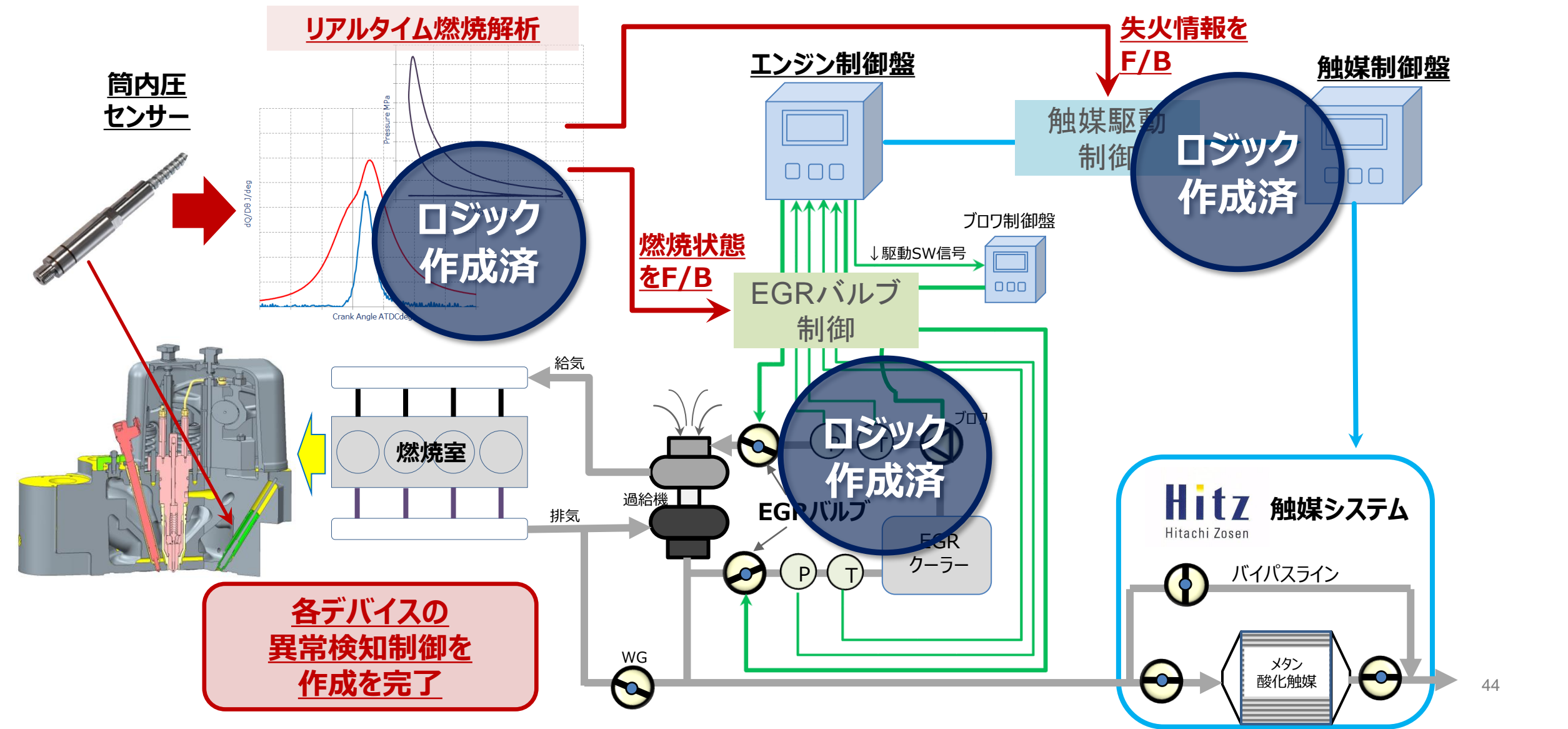
2.多気筒試験機を用いた検討

凝縮水に対応した冷却水システムを構築し,EGRクーラ後のガス配管及び機器に耐食性の高い材料の採用及び内面に耐酸性の高いコーティングを適用



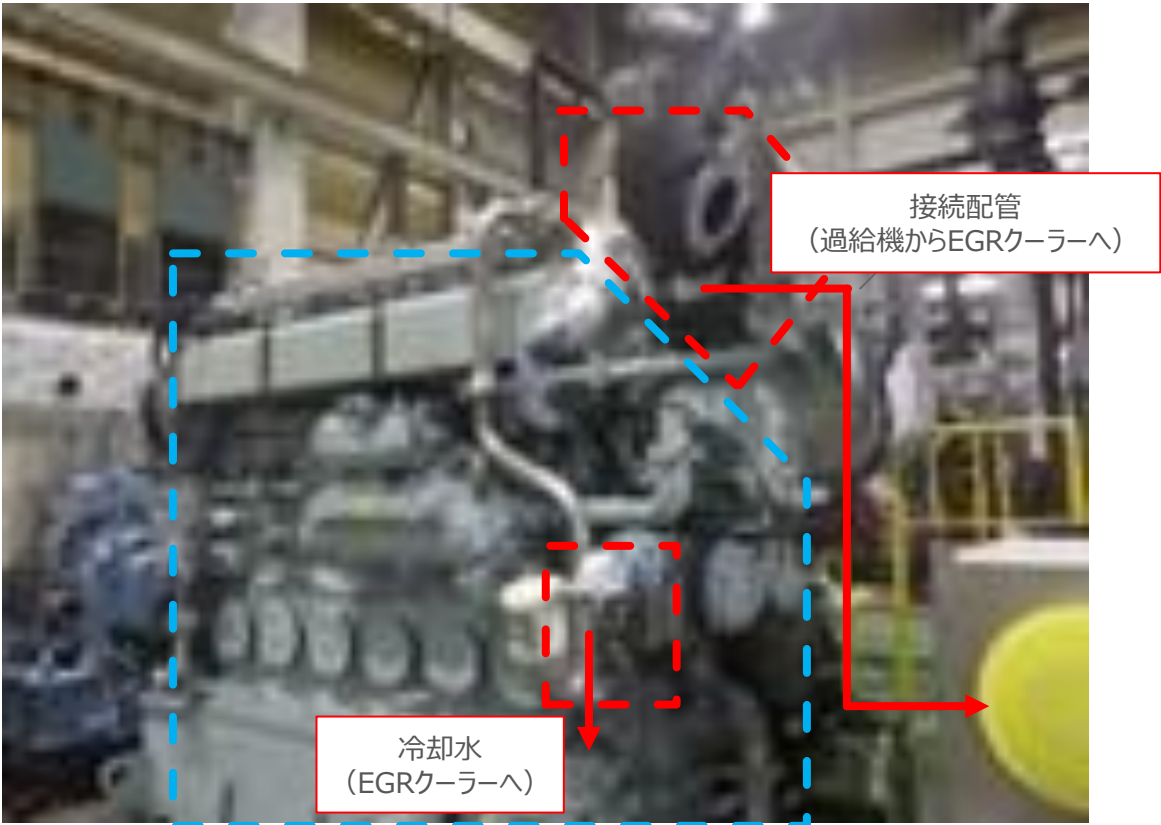
2.多気筒試験機を用いた検討

最適な自動燃焼制御を実現するEGRバルブ制御とリアルタイム燃焼解析制御のロジック作成は完了し、  
実機にて最終確認試験中。 並行し、セーフティ部分のソフト確認中。





陸上ベンチ試験の準備を完了し、現行仕様でのメタンスリップ評価(NK立会)を完了後に  
EGR仕様に改装



エンジンの外観

- - EGR改装部
- - 供試機関6EY22ALDF



MEXA-ONE



FTIR

排ガス分析計

オリジナル状態のメタンスリップ排出量の評価をNK立会の下、完了。(2023/6/22)

Class NK 立会検査 (2023.6.22)  
オリジナルエンジンのメタンスリップ排出量

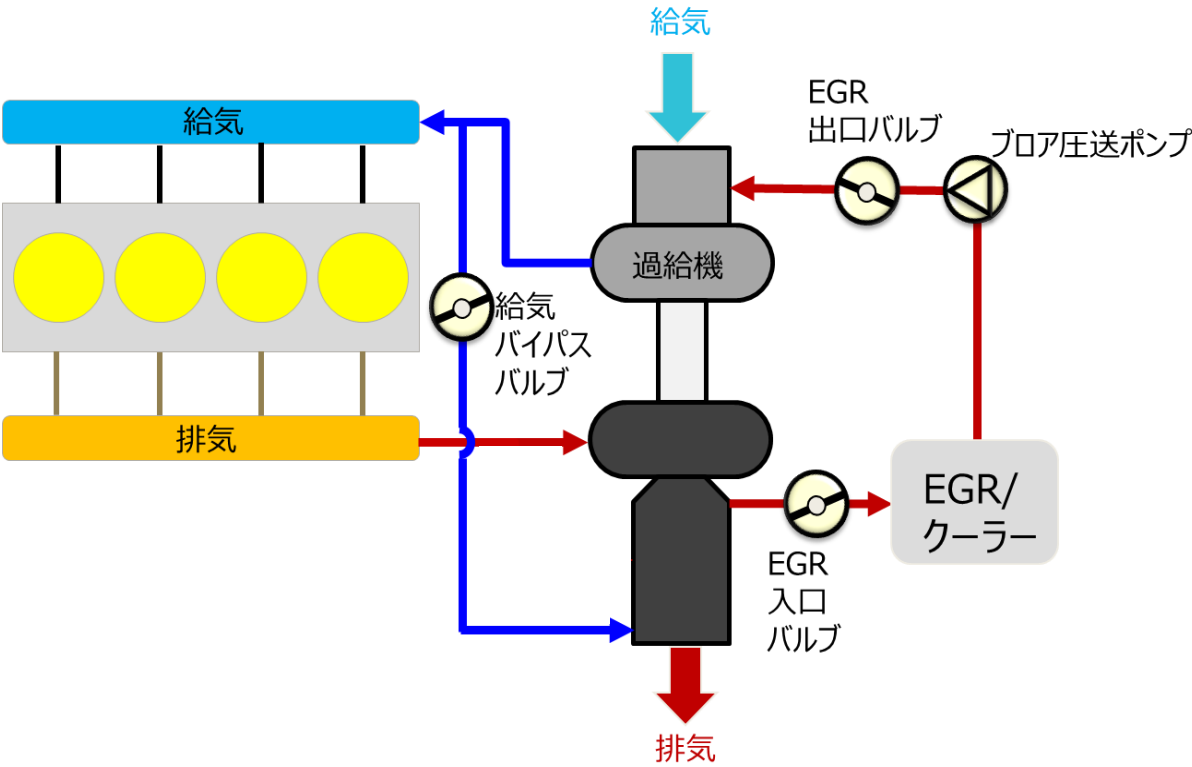
機関形式	6EY22ALDF
定格出力[kW]	800
定格回転速度[ $\text{min}^{-1}$ ]	900
シリンダ数	6
シリンダ径×工程[mm]	$\Phi 220 \times 320$
検査モード	D2



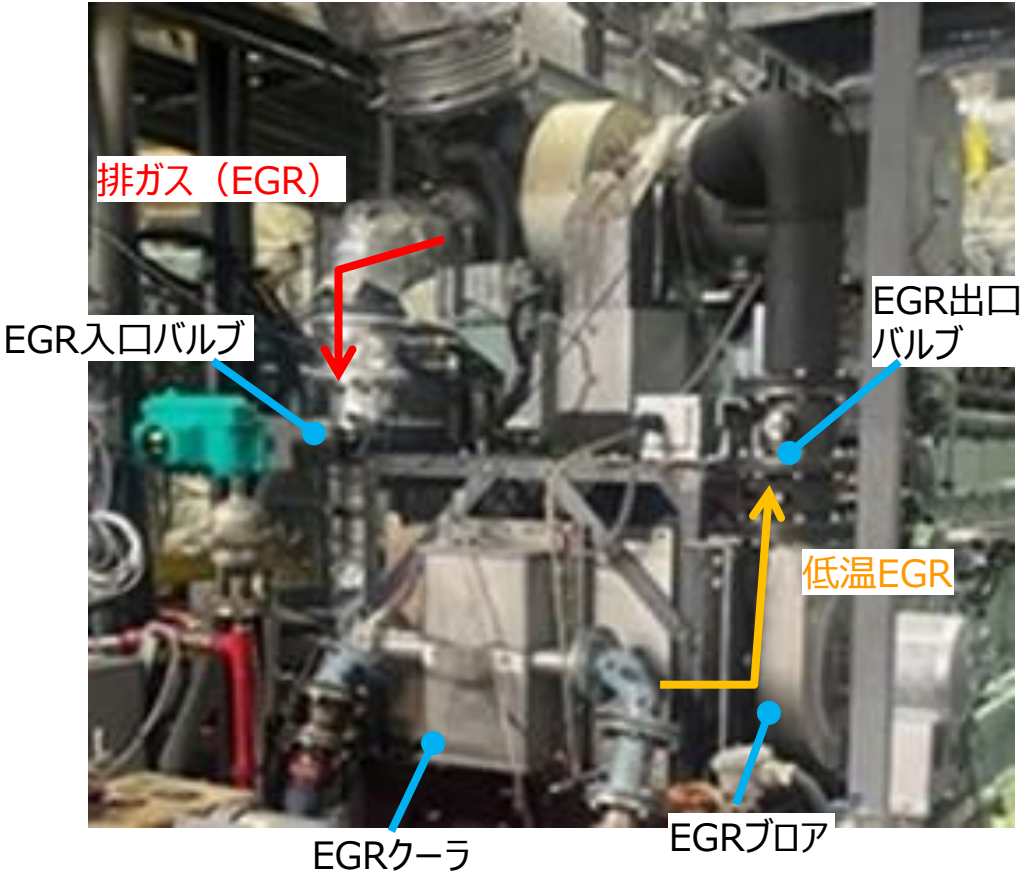
排ガス濃度チャート



陸上試験機にEGRシステムを追装し、適合試験を実施



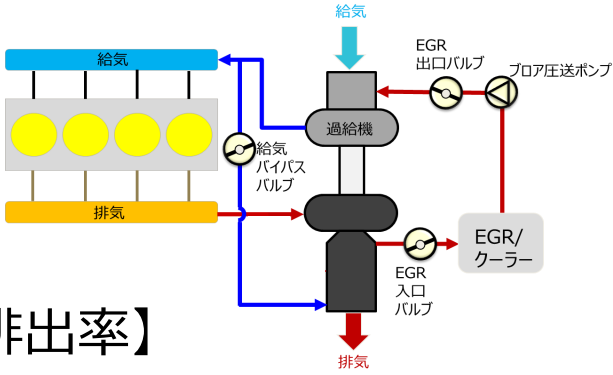
エンジン単体試験 (EGR適合)



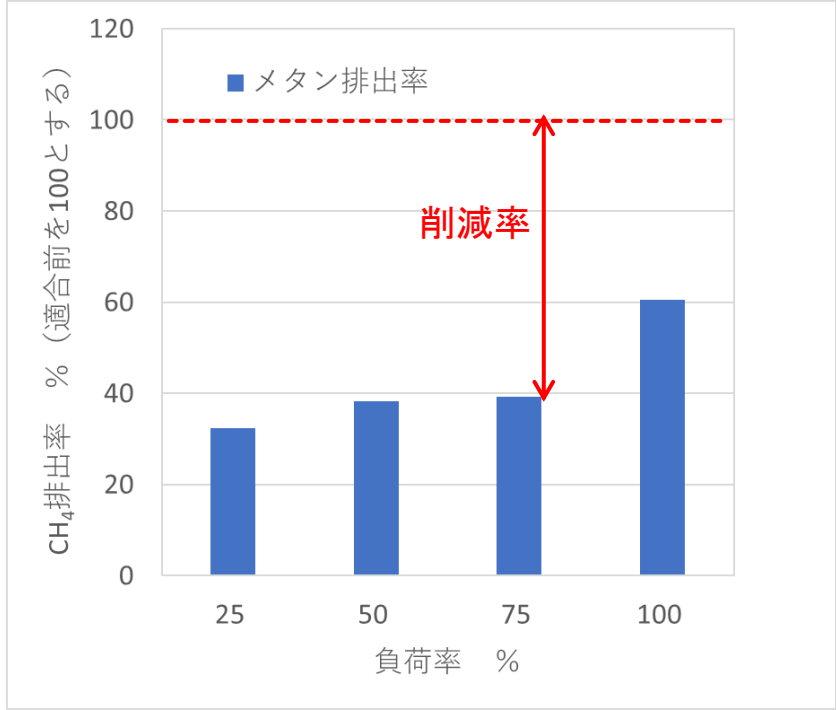


2.多気筒試験機を用いた検討

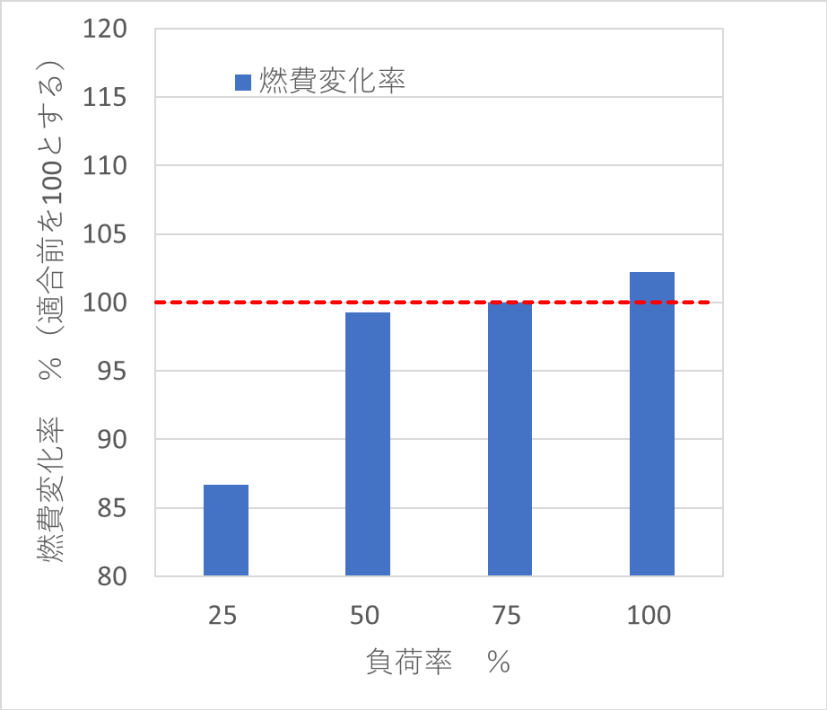
EGRとリッチ化の組合せによる改良によりエンジン出口でCH<sub>4</sub>を60%以上削減、  
75%負荷以下の実用域で燃費も改善し、全域でGHGを大幅に削減



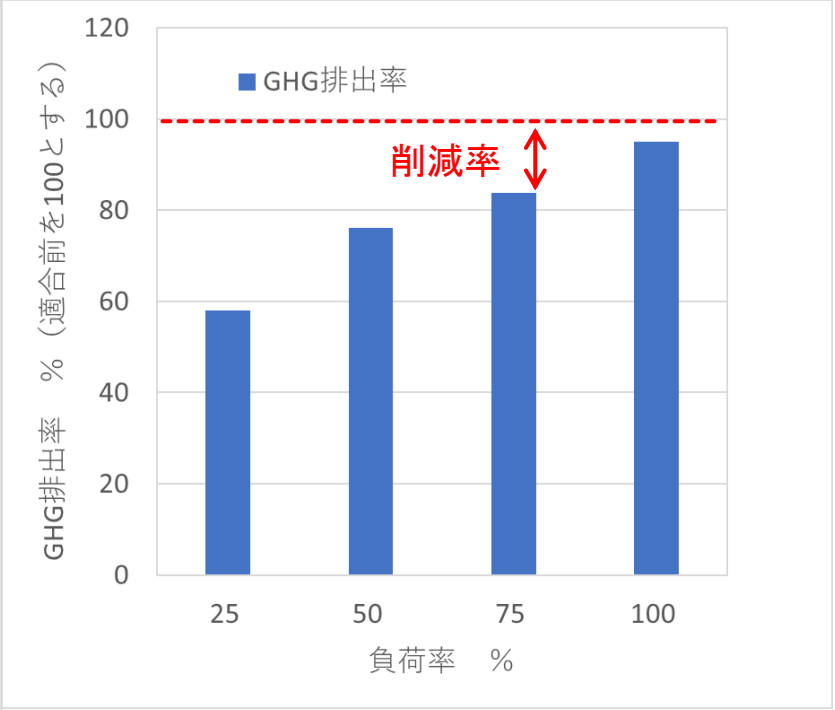
【CH<sub>4</sub>排出率】



【燃料消費率 変化率】



【GHG排出率】



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

### これまでの研究開発目標の達成状況

---

- ① 「メタン酸化触媒量として空間速度 $\geq 7,000\text{h}^{-1}$ にて  
メタン酸化率70%の性能の確認」
- ② エンジン出口でのメタンスリップ削減技術の構築
- ③ 触媒評価技術の確立

### 研究開発の目的

---

- ✓ 目的：触媒評価技術の確立
- ✓ 実施項目：触媒要素試験装置と多気筒試験機を用いた評価
  1. 触媒要素試験装置による評価
  2. 多気筒試験機による評価

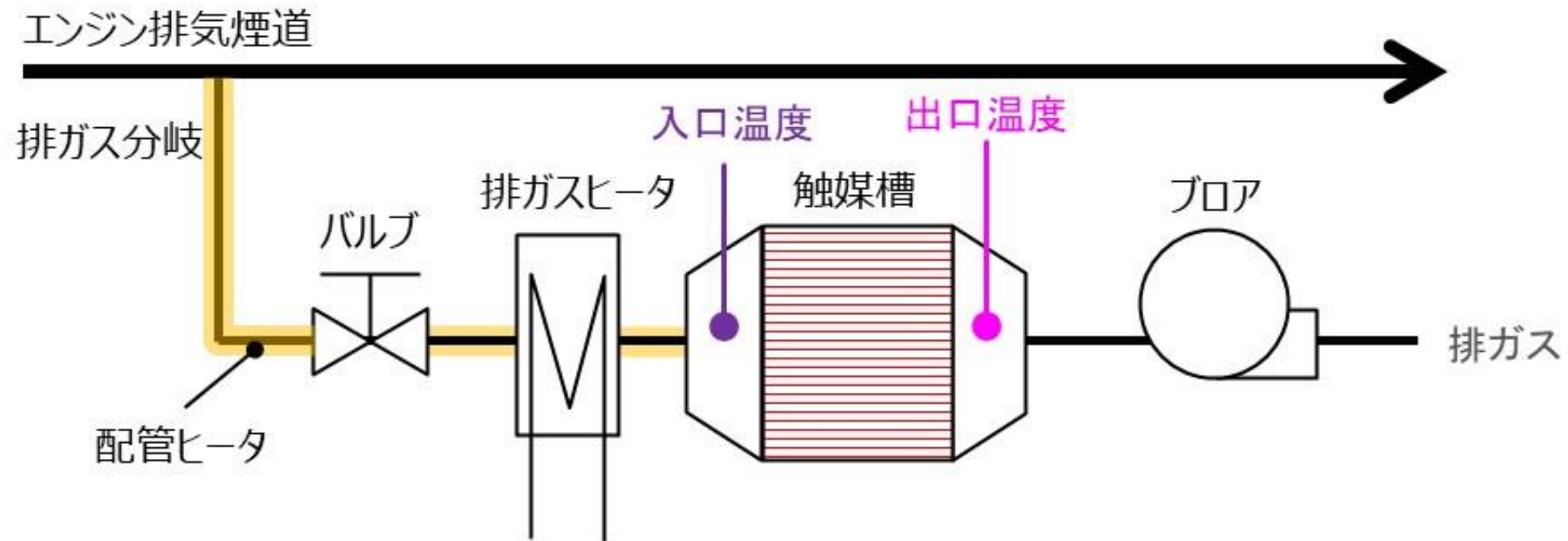
### 研究開発の目的

---

- ✓ 目的：触媒評価技術の確立
- ✓ 実施項目：触媒要素試験装置と多気筒試験機を用いた評価
  - 1. 触媒要素試験装置による評価
    - 触媒耐久試験装置の立上げを完了し、  
吸着剤,触媒のスクリーニングを完了
  - 2. 多気筒試験機による評価

## 触媒耐久試験装置 概略図

### システム概略図



ガスエンジンの排ガスを耐久に必要な量だけ分岐し、触媒槽に導入する

## 触媒耐久試験装置の外観

### 屋外配管

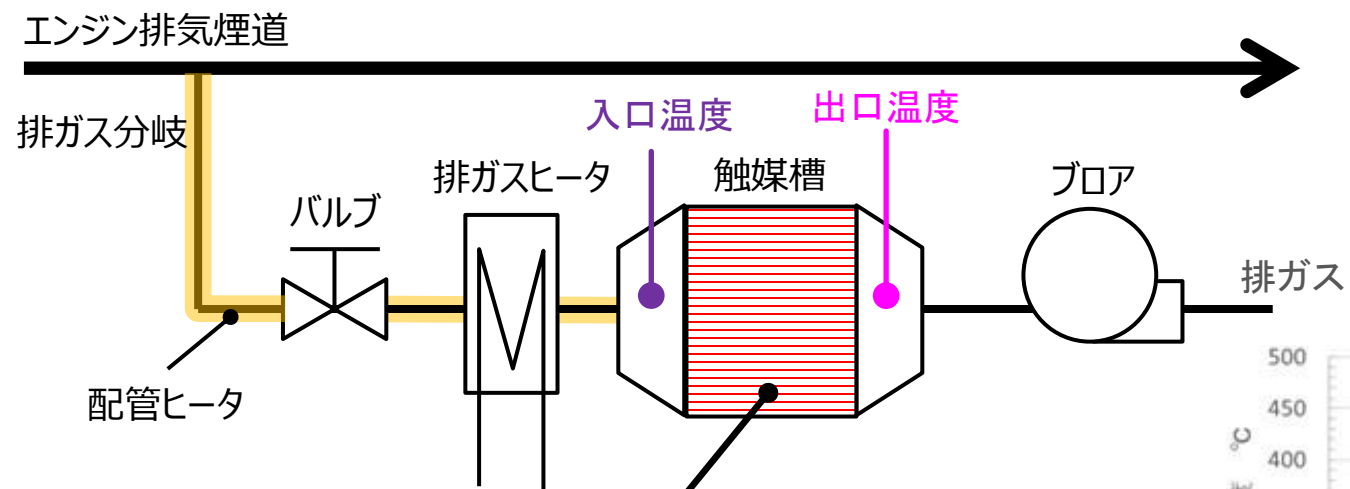


### 屋内配管

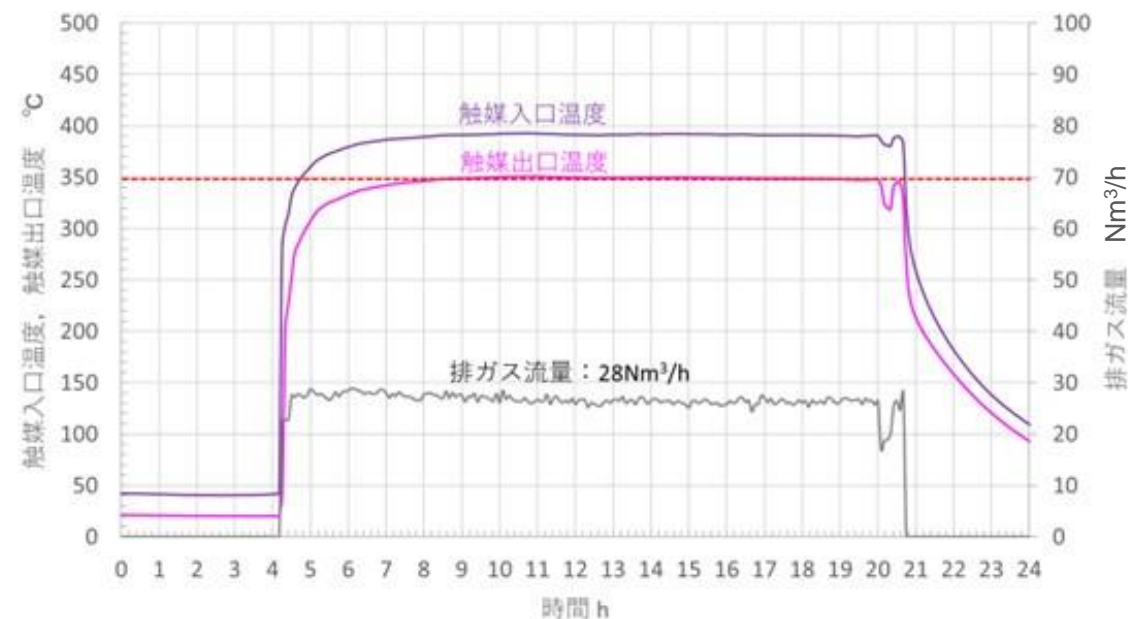


## 触媒耐久評価により陸上及び実船に投入する触媒と吸着剤を確定 更に耐久時間を延長し継続評価中

### システム概略図



同時に5種類の仕様を耐久試験



### 研究開発の目的

---

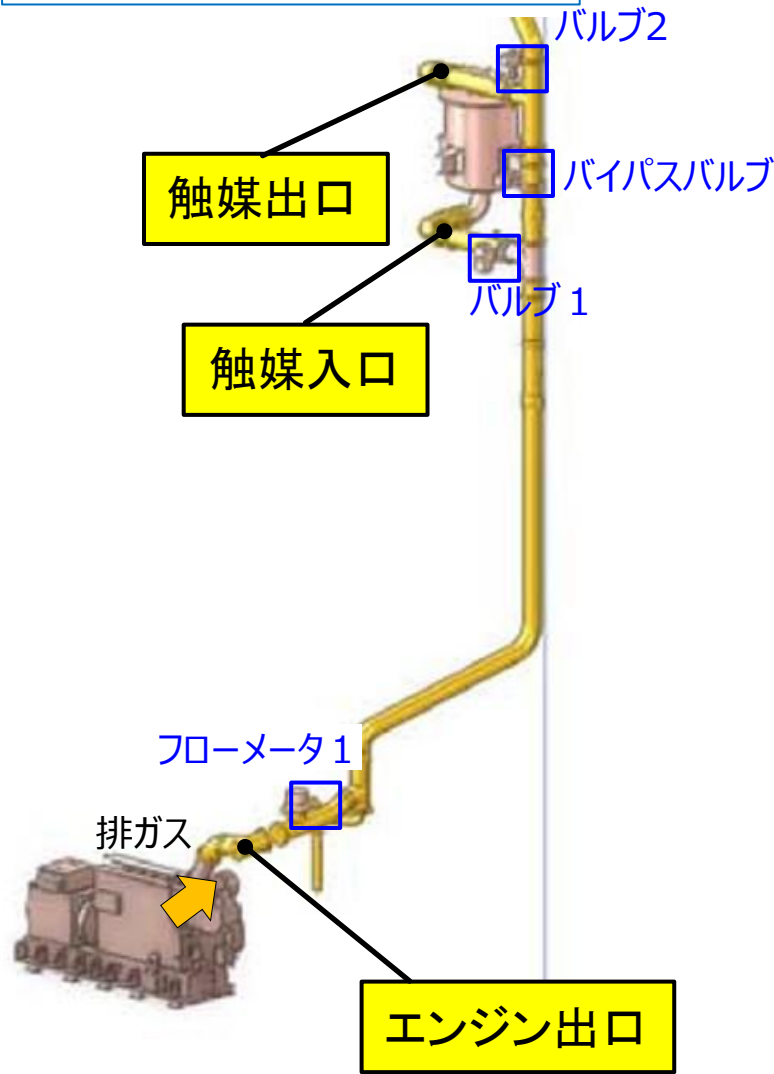
- ✓ 目的：触媒評価技術の確立
- ✓ 実施項目：触媒要素試験装置と多気筒試験機を用いた評価
  - 1. 触媒要素試験装置による評価
    - 触媒耐久試験装置の立上げ
  - 2. 多気筒試験機による評価
    - 陸上ベンチでの触媒反応器の設置レイアウト検討



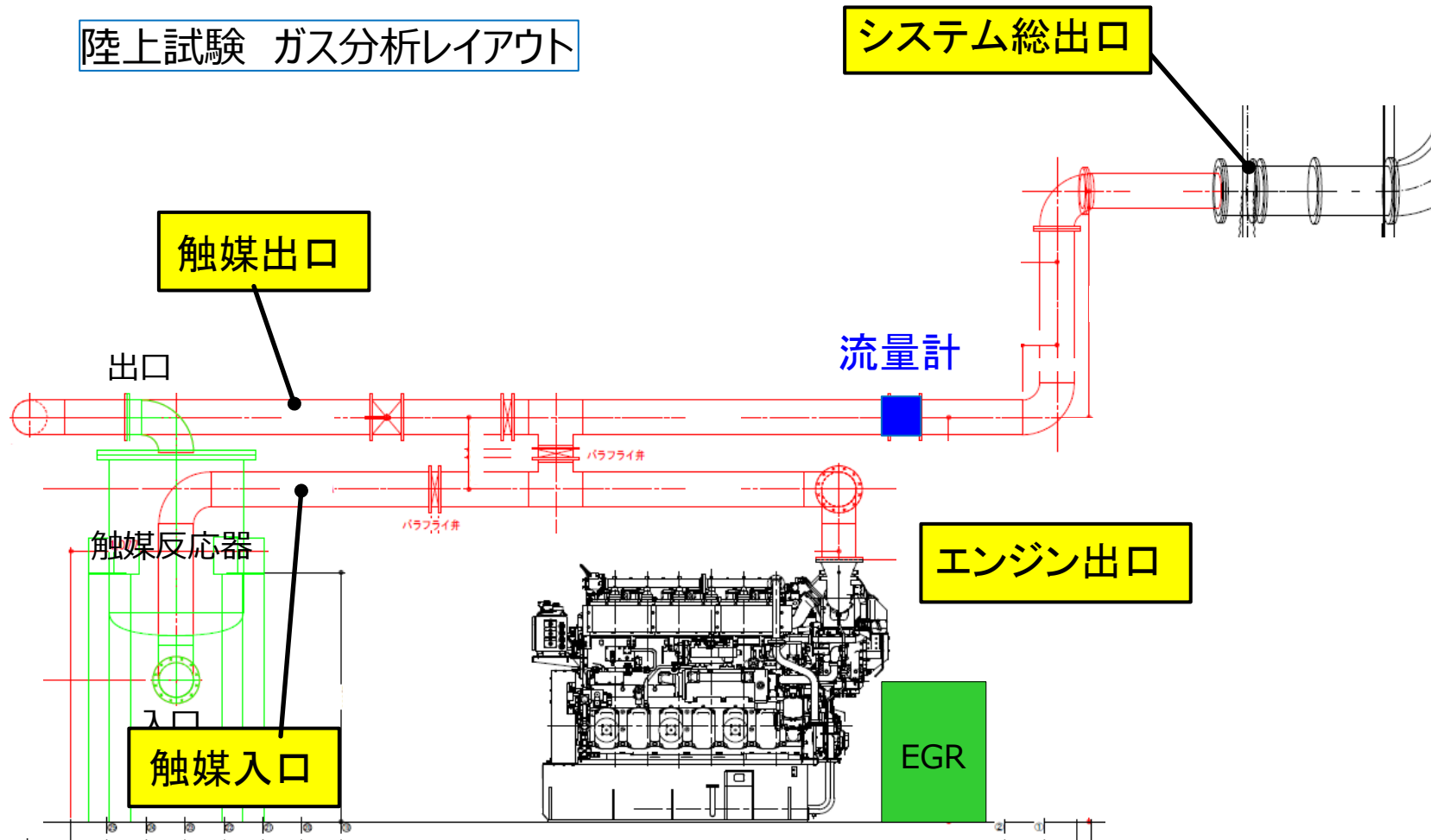
2. 多気筒試験機による評価

排ガス分析のサンプルポイントレイアウトを実船試験に合わせて陸上試験を実施  
実船排気管と同系統の排気管にて触媒を含む陸上試験を実施

実船試験 ガス分析レイアウト



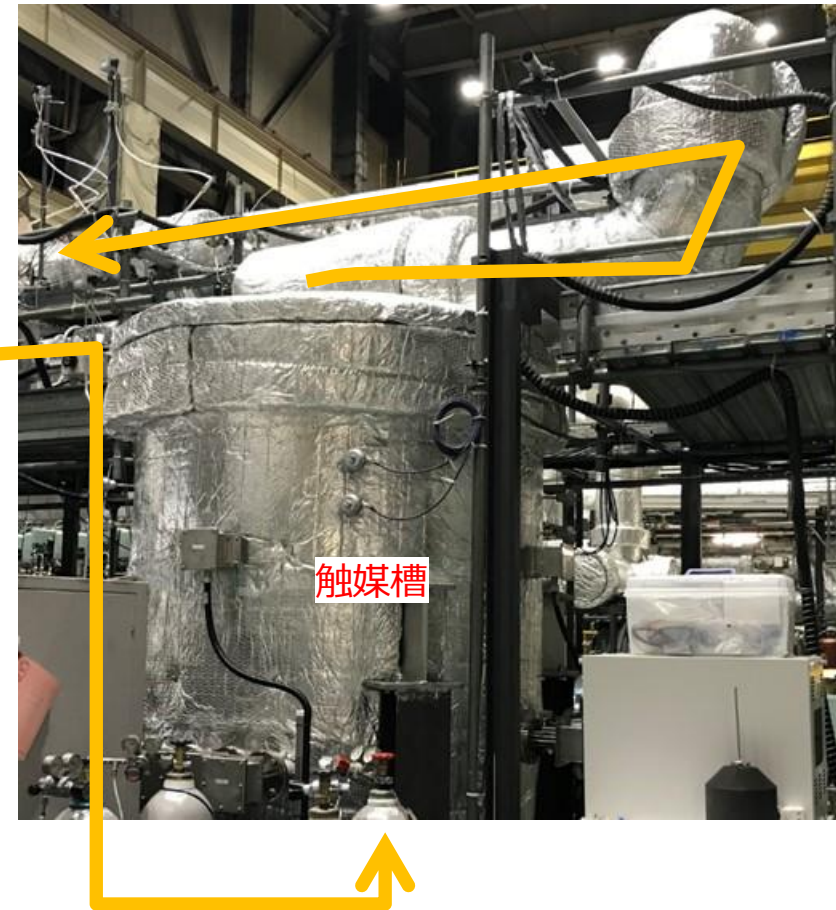
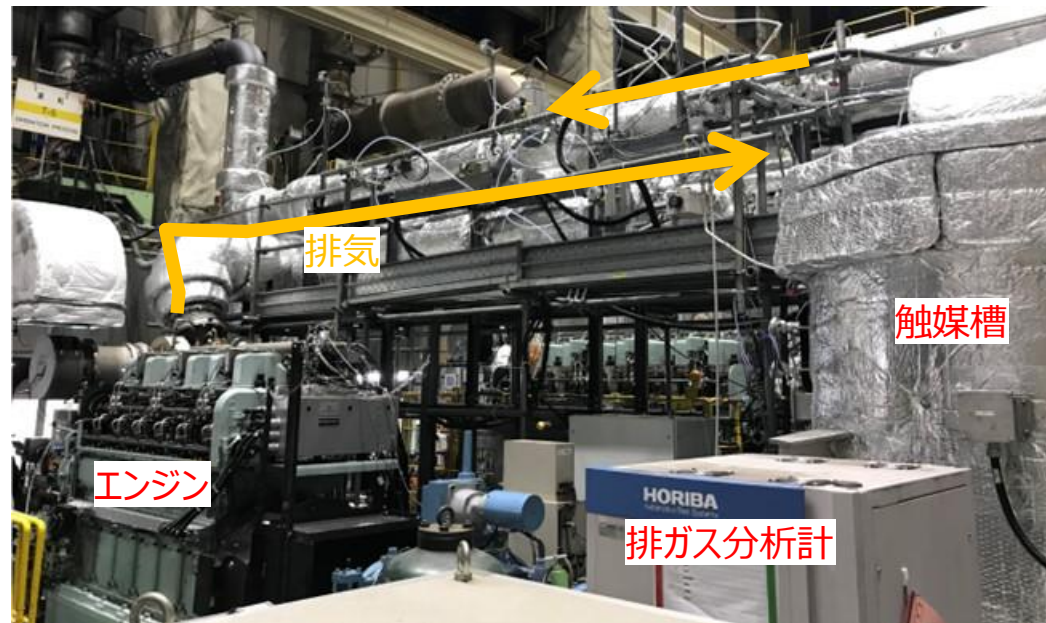
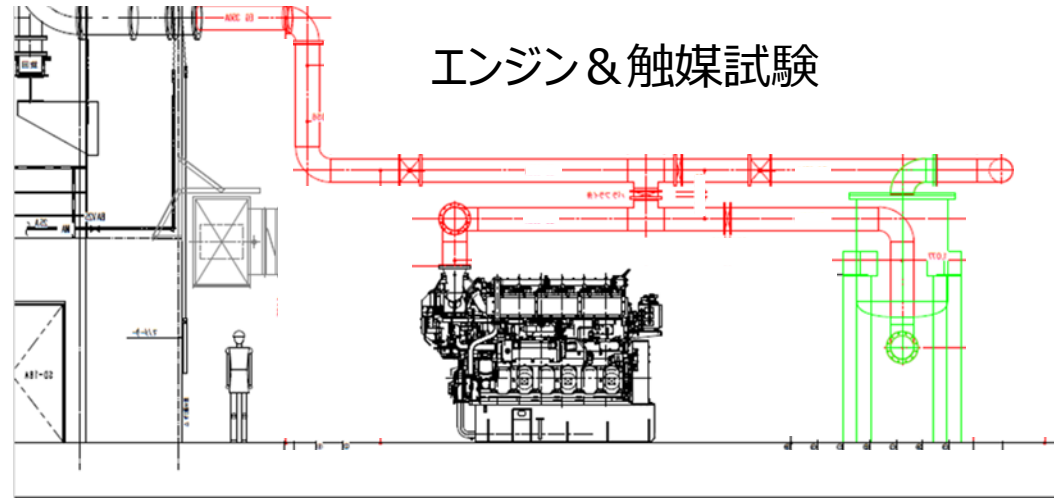
陸上試験 ガス分析レイアウト



## 2. 多気筒試験機による評価

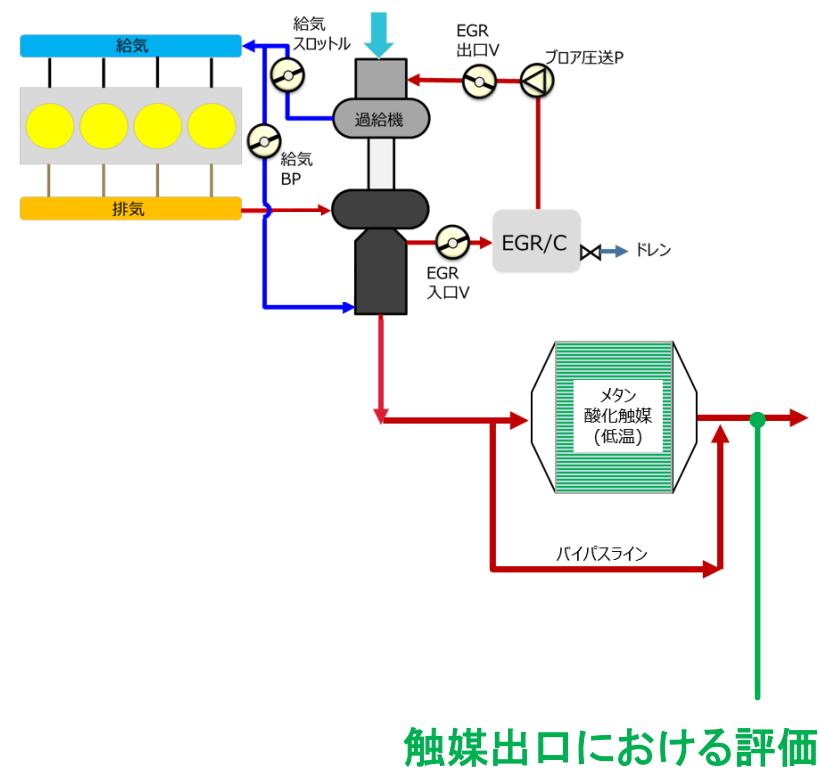
陸上ベンチに触媒槽を設置完了

エンジン（EGR）と触媒システムとを組み合わせた評価を実施

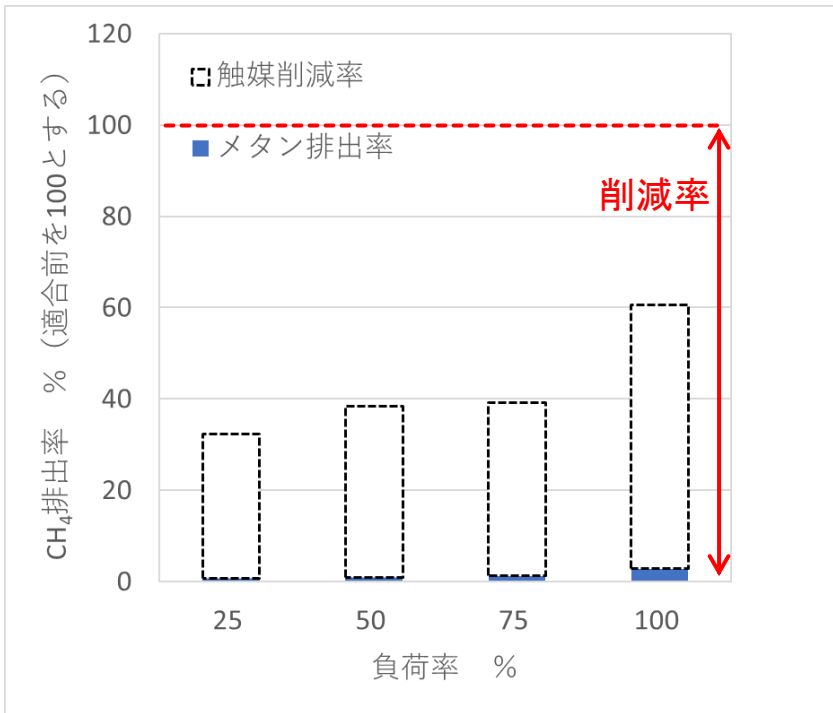


2. 多気筒試験機による評価

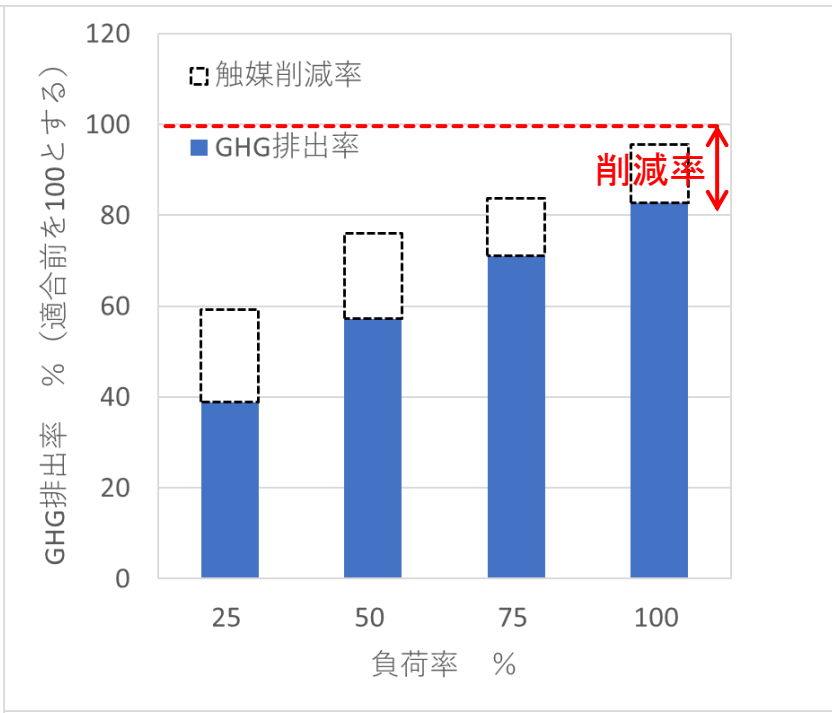
エンジン改良とメタン酸化触媒との組合せにより負荷域25～100%においてシステム出口で97～99%のCH<sub>4</sub>削減、GHG排出量20～65%削減を達成



【CH<sub>4</sub>排出率】



【GHG排出率】



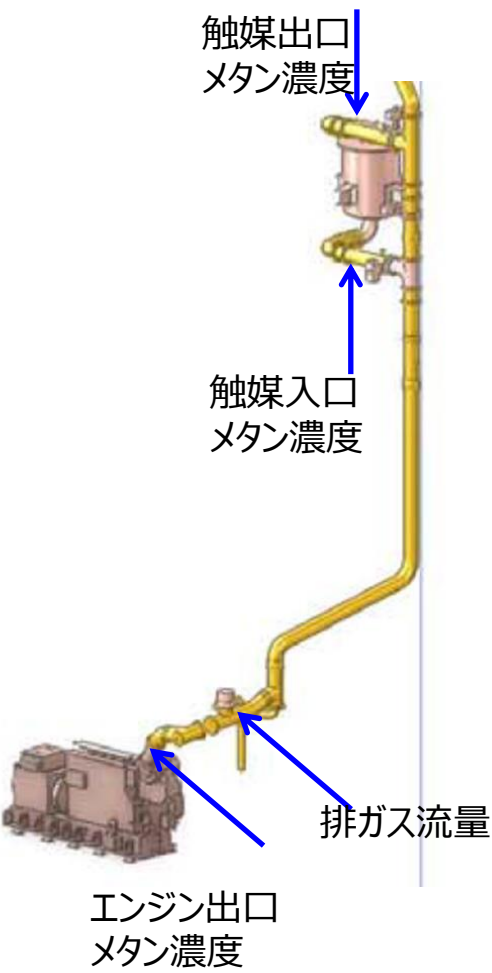
### 研究開発の目的

---

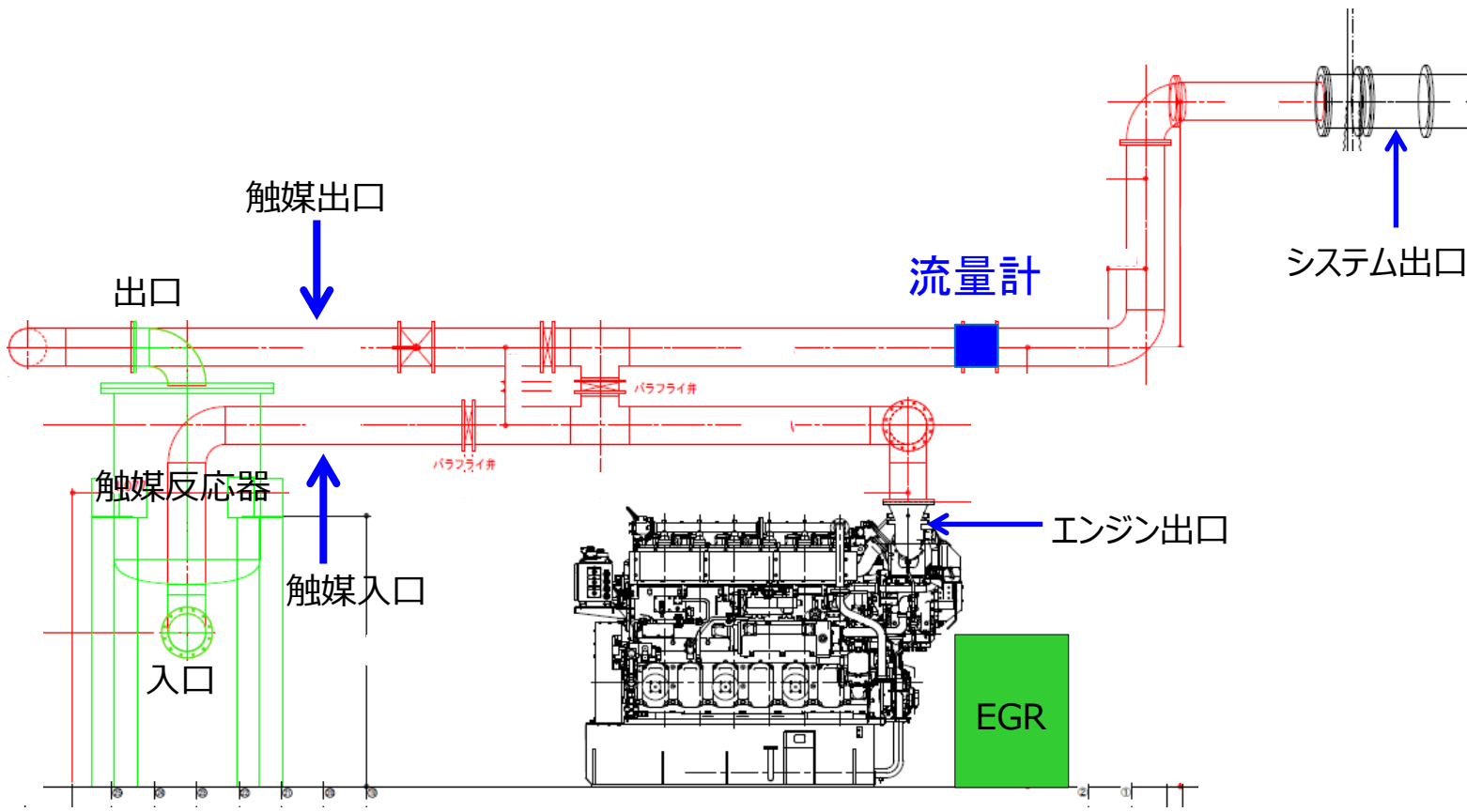
- ✓ 目的：触媒評価技術の確立
- ✓ 実施項目：触媒要素試験装置と多気筒試験機を用いた評価
  - 1. 触媒要素試験装置による評価
    - 触媒耐久試験装置の立上げ
  - 2. 多気筒試験機による評価
    - 船上計測 手法の検証

# 陸上試験にて実船試験のメタン削減率の計測方法を検証



【実船試験】



【陸上試験】

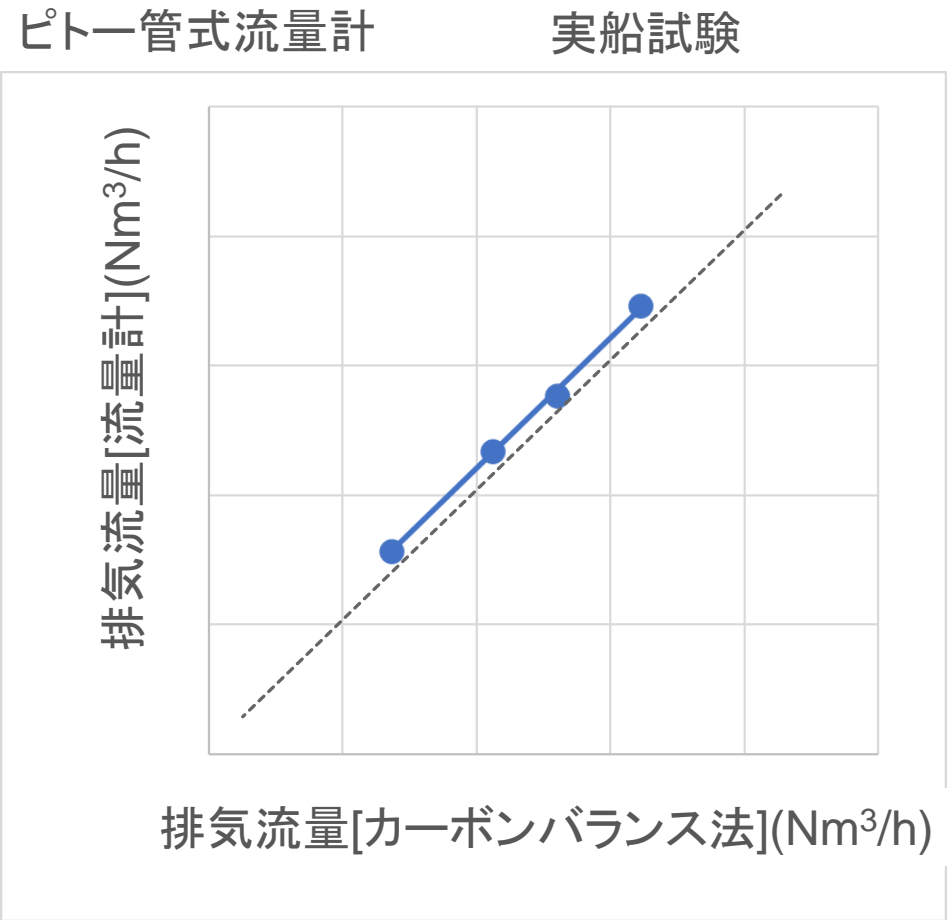
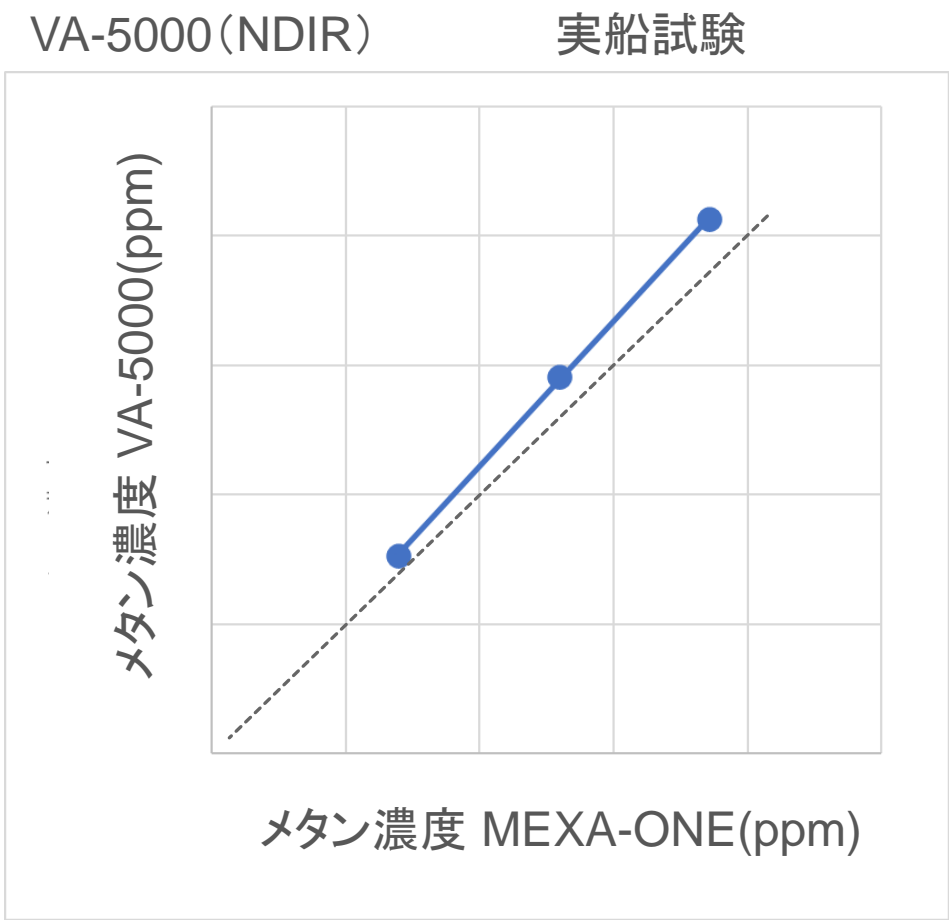


実船試験にて使用する排ガス分析計の分析精度検証を陸上試験にて実施

分析計名称	MEXA-ONE-D1	VA-5000
メーカー	堀場製作所	堀場製作所
分析方法	水素炎イオン化型検出器 + 非メタンカタ (NMC-FID)	非分散形赤外線吸収方式 (NDIR)
外観		
適用規格	IMO, JIS, CFR, ISO	—

2. 多気筒試験機による評価

実船試験に使用する計測器の分析精度を検証  
実船試験では陸上試験結果を元にした補正を行うことで評価が可能





## 実船搭載状況をコンソ内で確認を実施





# これまでの事業進捗まとめ

## エンジン改良による メタンスリップ削減



- ①単気筒エンジン試験:済
- ②燃焼,性能シミュレーションモデル構築  
触媒の初期性能評価:済
- ③多気筒エンジンでのEGR適合:済



陸上ベンチにてエンジン改良と  
メタン酸化触媒との組合せで  
メタンスリップ70%以上を達成



## 触媒による メタンスリップ削減



- ①触媒開発:済
- ②触媒要素評価  
耐久評価装置による評価:済
- ③触媒再生手法の検討、リスク評価:済
- ④触媒装置の設計,製作:済

実船実証船での  
触媒装置の搭載完了



触媒装置の基本設計承認を  
NKより取得('23/3/8)

実船実証船イメージ図



株式会社 名村造船所  
NAMURA SHIPBUILDING CO.,LTD.

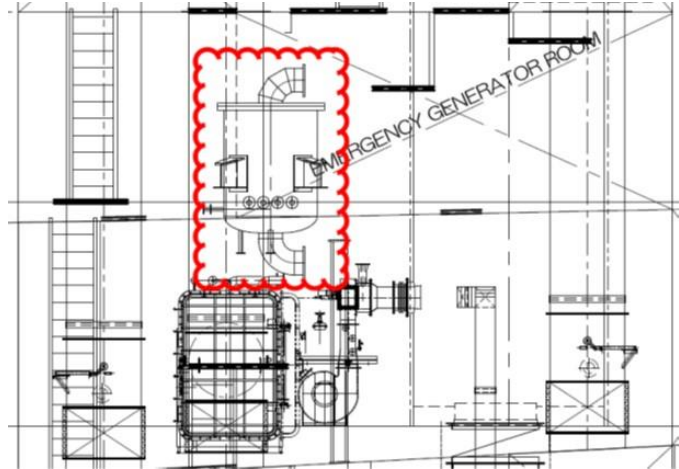


商船三井

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

オペレーター目線で実船配置、本船仕様、安全確認作業への関与

- 触媒装置の基本設計承認をNKより取得
- 実船仕様および配置の検討への関与
  - 実船オペレーションを想定した本船仕様の検討
- 実船における安全確認作業(HAZID)の実施
  - オペレータ目線での安全評価
  - FAT立会いによる実船での運用についての事前検討
  - 安全対策の本船仕様への反映検討
- 洋上での機関改修および触媒搭載についてのスタディ開始
  - 本船就航後の実船運用開始までの必要作業についての検討
  - 必要の場合は本船乗組員へのアシスト要請、またそれに先立っての船舶管理会社との認識の共有



## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

### 実船運用技術の確立、計測、評価の検討

- ・ 本船への機器搭載の立会いおよび確認
  - ✓ 建造監督との連携による搭載確認
  - ✓ 建造ヤードとの綿密な打合せ、共有認識の維持
- ・ メタン酸化触媒の運用技術の確立
  - ✓ 発電機、触媒再生オペレーションの検討
  - ✓ 船舶管理会社との連携・情報共有、不具合発生時等の対応に関する、連絡体制および緊急対応についての  
方案作成
- ・ メタンスリップ計測、評価検討への関与
  - ✓ コンソ各社と共に計測、評価手法の確立  
(各メーカーの計測器および計測方式、およびそれぞれの  
利点・欠点等に関する情報収集)
  - ✓ 実船搭載後の課題抽出およびそのフィードバック



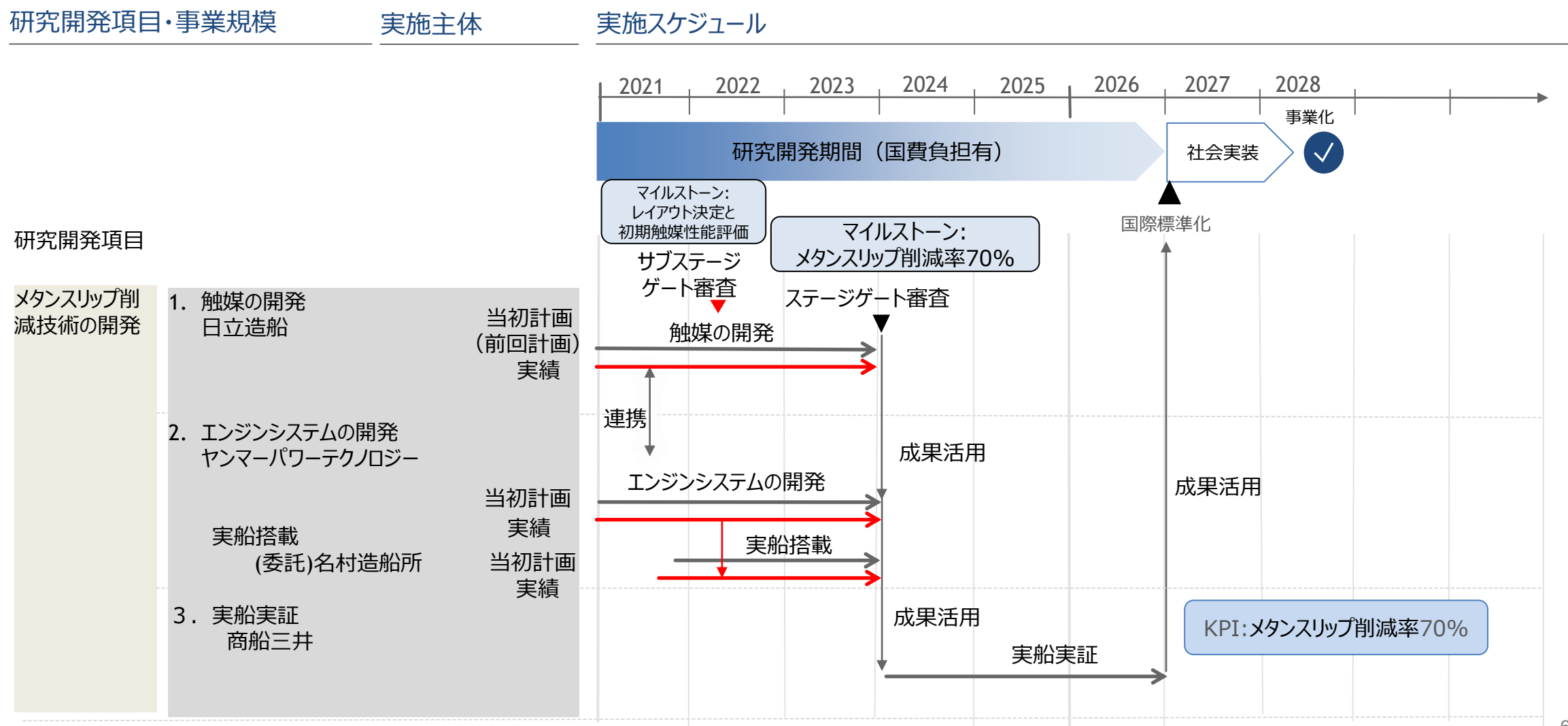
株式会社 名村造船所  
NAMURA SHIPBUILDING CO., LTD.



エム・オー・エル・シップマネジメント株式会社  
MOL Ship Management Co., Ltd.

## 2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

### 複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



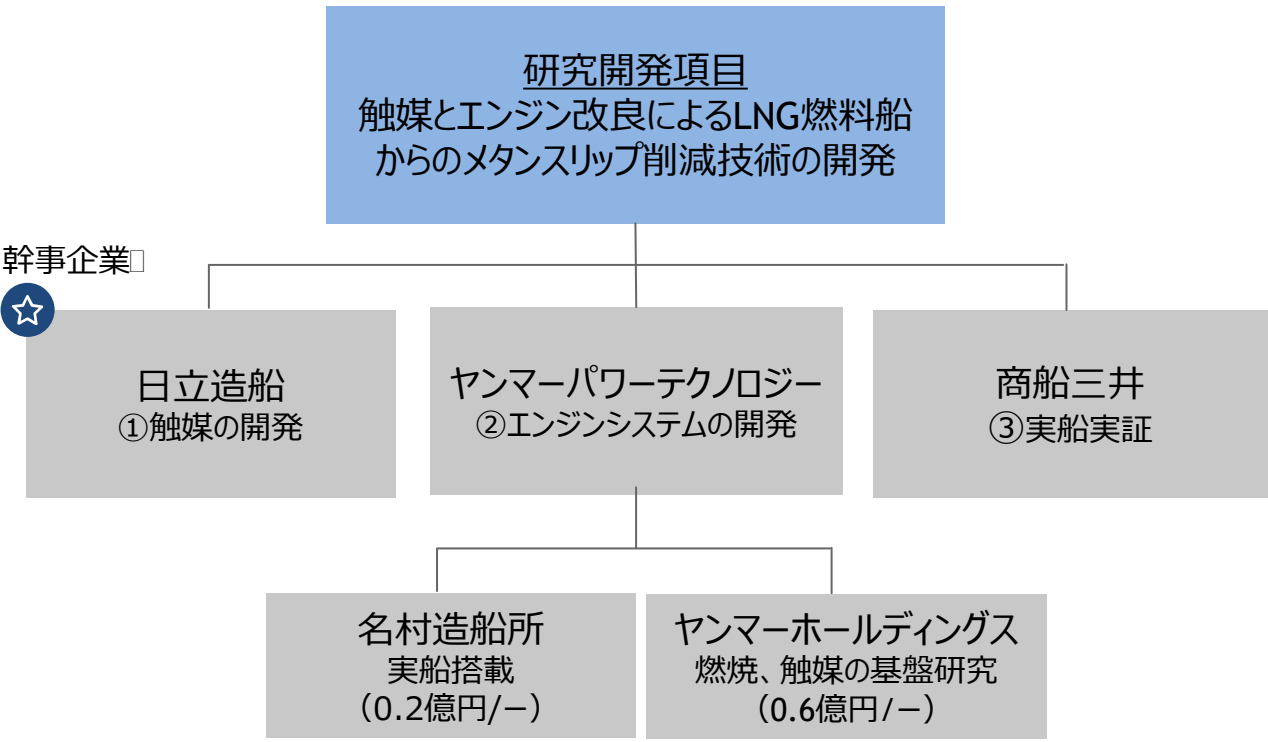
※総事業規模は、実施者の自己負担も含めた総投資額、国費負担額はNEDOからの委託費・補助金の額

## 2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額



各主体の役割と連携方法

#### 各主体の役割

- 研究開発の全体の取りまとめは、日立造船が行う
- 日立造船は、触媒の開発を担当する
- ヤンマーパワーテクノロジーは、エンジンシステムの開発を担当する
- 名村造船所は、実船実証のための準備として装置を船へ設置する
- 商船三井は、日立造船の触媒、ヤンマーパワーテクノロジーのエンジンを用いて実船での実証運転を担当する

#### 研究開発における連携方法

- 各社間での定例会にて情報共有し連携してプロジェクトを推進する
- Web会議システムを積極活用し定例会の頻度を上げ連携を高める



## 2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

### 国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
メタンスリップ削減技術の開発	<div>1. 触媒の開発</div> <ul style="list-style-type: none"><li>脱硝触媒の製造技術 <a href="https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/energy/denitration.html">https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/energy/denitration.html</a></li><li>船用脱硝触媒装置の製造技術 <a href="https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/marine/diesel/">https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/marine/diesel/</a></li></ul>	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：船用触媒の製品化の知見、国内外への販売実績あり</li><li>リスク：4ストロークエンジンへの触媒搭載実績なし</li></ul>
	<div>2. エンジンシステムの開発</div> <ul style="list-style-type: none"><li>船用、陸用向けのディーゼル、LNG、DFエンジンを製品ラインナップ</li><li>自社開発の船用脱硝触媒システム</li></ul>	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：多種燃料対応エンジン、脱硝触媒の製品化の技術力と販売実績</li><li>リスク：船用へのメタン酸化触媒の適用実績なし</li></ul>
	<div>3. 実船実証</div> <ul style="list-style-type: none"><li>多くのLNG燃料船のオペレーション実績</li><li>多くの船用脱硝触媒システムのオペレーション実績</li></ul>	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>優位性：多種燃料対応エンジン、脱硝触媒のオペレーションノウハウと実績</li><li>リスク：メタン酸化触媒の適用実績なし</li></ul>



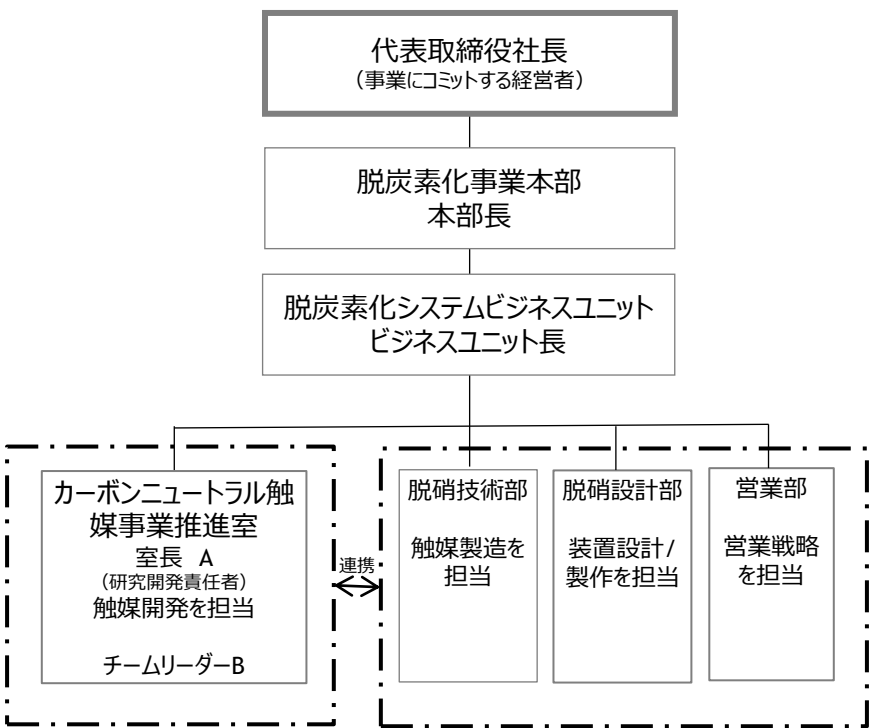
# 3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

### 3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

## 経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
  - 脱炭素化システムビジネスユニット カーボンニュートラル触媒事業推進室 室長 A
- 担当チーム
  - カーボンニュートラル触媒事業推進室：①触媒開発を担当（専任5人、併任3人規模）
  - 脱硝技術部：③触媒製造を担当（併任2人規模）
  - 脱硝設計部：装置設計/製作を担当（併任2人規模）
  - 営業部：営業戦略を担当（併任2人規模）
- チームリーダー
  - B：脱硝触媒の量産化開発などの実績

部門間の連携方法

- カーボンニュートラル触媒事業推進室では週一回の会議により、情報共有を図る。
- カーボンニュートラル触媒事業推進室と脱硝技術部、脱硝設計部、営業部の部門間の進捗共有を目的とした連絡会を月一回開催。

### 3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

#### 経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
  - 事業方針の社内外への発信  
長期ビジョンおよび中期経営計画の策定にかかわらず、最適な事業構造への変更については、組織内体制変更を適宜実施し、社内外ホームページにて発信している。当該事業についても適宜、事業方針及び組織体制について発信する。
  - ステークホルダーへの発信  
中期経営計画説明会や決算説明会において経営者より新技術への取り組みを報告しており、当該事業についても、適宜報告する。
  - リスクへの対応  
経営層は本事業に関連して問題が発生した場合、もしくはリスクが予想される場合は、直ちに業務担当者との協議の上、関係する役職員に対し問題点の是正を指示する体制を確保している。また、問題点を指摘しやすい企業風土の醸成に努めている。
- 事業のモニタリング・管理
  - 事業進捗の経営層への報告と指示  
脱炭素化事業本部長も参加する連絡会を四半期ごとに開催し、本事業の進捗を報告して事業の進め方や内容について指示を受ける体制を構築する。また、経営戦略会議において、定期的に経営層全体へ事業報告と指示を受ける体制を構築する。
  - 事業進捗に対する社内外からの意見収集  
本事業を構成する各社との事業進捗を定期的に意見交換する。  
学会発表等を通じて関連する研究者と意見交換する。
  - 事業戦略フォロー  
本事業はカーボンニュートラル触媒事業推進室におけるメタンスリップ対策の触媒事業として今後設定していく。各年度の受注件数等をKPIとして設定して年2回のフォロー等で事業化状況を判断し、状況に応じて見直しを行う。

#### 経営者等の評価・報酬への反映

- 経営者等の評価および報酬  
取締役（社外取締役を除く）の報酬は、定額報酬と業績連動型賞与で構成され定額報酬は役位別に設定している。業績連動型賞与は各事業年度の業績を反映したものであり、その指標は取締役の業績向上に対する貢献意欲を一層高めるため、各事業年度における親会社株式に帰属する当社純利益としている。企業経営の結果、当期純利益に影響がある場合には、その額に応じて報酬に反映されることになる。  
さらに、経営者は一定以上自社株を保有しており、事業の進捗状況により株価変動による評価を受けることとなる。

#### 事業の継続性確保の取組

- 経営層における事業継続  
当社はコーポレート・ガバナンス体制に基づいて経営および業務を遂行しており、経営戦略会議にて審議・決議された本事業について定期的なレビューを行うことにより、経営層が交代となった場合にも、新たな経営層における事業継続性を確保している。

### 3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

#### 取締役会、経営戦略会議での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社方針
  - 2030 Vision  
2023年4月1日に、長期ビジョン2030 Visionにおける事業分野を、「脱炭素化」、「資源循環」、「安全で豊かな街づくり」分野に見直しを行った。2050年のカーボンニュートラル達成を目指し、サステナブルビジョン・ロードマップにもとづき、事業活動のカーボンニュートラルを着実に実行していく。中期KPIとして、2030年に2013年度比34%（Scope1,2）のCO<sub>2</sub>削減を目指していく。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 技術・研究開発の決議・変更  
2050年のカーボンニュートラル実現を含む技術・研究開発に関する基本方針および全社研究開発予算および計画について、「経営戦略会議」の事前決議後、「取締役会」の決議を経る体制を構築している。
  - 重要な研究開発フォロー  
重要な研究開発および新製品・新事業について、「経営戦略会議」、「開発フォロー会議」にて報告および議論を経て、事業環境の変化に応じた見直しについてフォローする体制を構築している。
  - 取締役会、経営戦略会議における決定事項の通知  
技術・研究開発に関する「取締役会」および「経営戦略会議」の決定事項について、事務局より社内関係部署に通知および徹底する体制を構築している。
- 決議事項と研究開発計画の関係
  - 事業戦略および計画において、開発ロードマップ、マイルストーンやステージゲートを設定した開発スケジュール、特許戦略など研究開発を重点として作成した開発計画書を基に年に数回の進捗フォローおよび審議する取り組みを構築している。

#### ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - 統合報告書などを通じた開示  
技術立社である当社にとって、社会課題の解決、国内の人口減少とグローバル展開の必要性を見すえた既存技術の改良・新技術や新製品の開発は重要な経営課題であり、その内容については、統合報告書などを通じて、幅広く社外ステークホルダーに発信している。2023年版からは、研究開発に関する記載ボリュームを増やし、開発本部長のメッセージを始め、研究開発方針と戦略、取組み内容について、知的財産に関する情報と共に記載している。ステークホルダーに向けて、GI基金事業や環境省委託事業への参画状況もお伝えしている。
  - 決算説明会や中期経営計画での開示  
また、決算説明会の中で、適宜新技術について説明しており、加えて、2023年度からの新中期経営計画「Forward25」においては、新たに2050年を見すえた「サステナブルビジョン」と新たなマテリアリティ（成功の柱）を策定すると共に、成長事業の創出・拡大に向けて、開発投資を重点施策の一つに位置づけている。
- ステークホルダーへの説明
  - 中期経営計画説明会や決算説明会において経営者より新技術への取り組みを報告しており、当該事業についても、適宜報告する。

### 3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

#### 経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
  - 開発体制等の見直し  
事業進捗や事業環境の変化に応じて開発体制の見直し、追加的なリソース投入が必要な場合、脱炭素化ビジネスユニット長が人事部と連携してグループの新設や改変などが可能な体制を構築している。
  - 社外との連携  
本事業においても最適な社外連携による研究開発体制を構築しており、今後も不足するリソースを社内外問わず、臨機応変に活用する。
  - 早期の事業化  
研究開発の進捗に伴い、機器および設備の実用化に向けて協力いただける社外と連携し、プロトタイプを活用含め早期の事業に必要な対応を行った実績があり、本事業においても必要に応じて適時対応する。
- 人材・設備・資金の投入方針
  - 人材  
脱炭素化ビジネスユニット内にカーボンニュートラル触媒事業推進室を設置し、人材強化を行っている。
  - 設備・土地の活用  
脱炭素化ビジネスユニットが保有している機器および設備を活用する。
  - 社内開発テーマ等の設定  
社内開発テーマを設定して、国費負担に加え5.46億円/6年の資金を投入し、実験・解析等により、技術課題の解決を図る。
  - 資金投入の継続性  
本事業にて計画する資金は開発審議により継続の承認を得ることで年度ごとに決定する。

#### 専門部署の役割

- 専門部署について
  - カーボンニュートラル触媒事業推進室を設置している  
当該事業は、カーボンニュートラルに対応する触媒開発を担当するカーボンニュートラル触媒事業推進室により取り組んでいる。
  - 事業環境変化への対応  
脱炭素化ビジネスユニット内に事業開発部、営業部、カーボンニュートラル触媒推進室が設置されており、開発・営業・設計・製造の相互連携により、事業環境変化に対して逐次情報を交換する体制を構築している。
  - 標準化への対応  
標準化戦略を立案・実行するための担当を置き、標準化に向け作業を加速していく。
- 若手人材の育成
  - 社内での育成  
OJTを中心に当該分野人材の育成を促進する。また、当該分野に係る海外子会社との連携を密にして、グローバル人材への成長も図る。
  - 社外との連携による育成  
触媒分野の研究機関や大学との共同研究および学会発表、当該分野に係る顧客との連携などを通じて対外的な関係の中でも成長を図る。

## 4. その他

## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

### リスク対策が十分に出来ない事態に陥った場合には事業中止も検討

#### 研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 開発遅延によるリスク
  - 2024年頃にステージゲートを設けて判断
  - 触媒側とエンジン側でお互いの技術を補完

#### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 建造遅延による実船の手配遅延リスク
  - 進捗確認にて、計画を管理する

#### その他（自然災害等）のリスクと対応

- コロナ禍による機器手配遅延のリスク
  - 判明次第、関係各所へ連絡  
スケジュールを立て直す
- 台風、落雷による停電
  - バックアップ電源を準備する



- 事業中止の判断基準：
  - ・ 実船実証にあたり、船の運航に影響を与えることが判明した場合、対策を講じても改善が見られない場合、対策案が尽きた場合に中止する