

# 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：ヤンマーパワーテクノロジー株式会社、代表名：代表取締役社長 田尾 知久

---

(共同実施者：日立造船 株式会社[幹事会社]，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

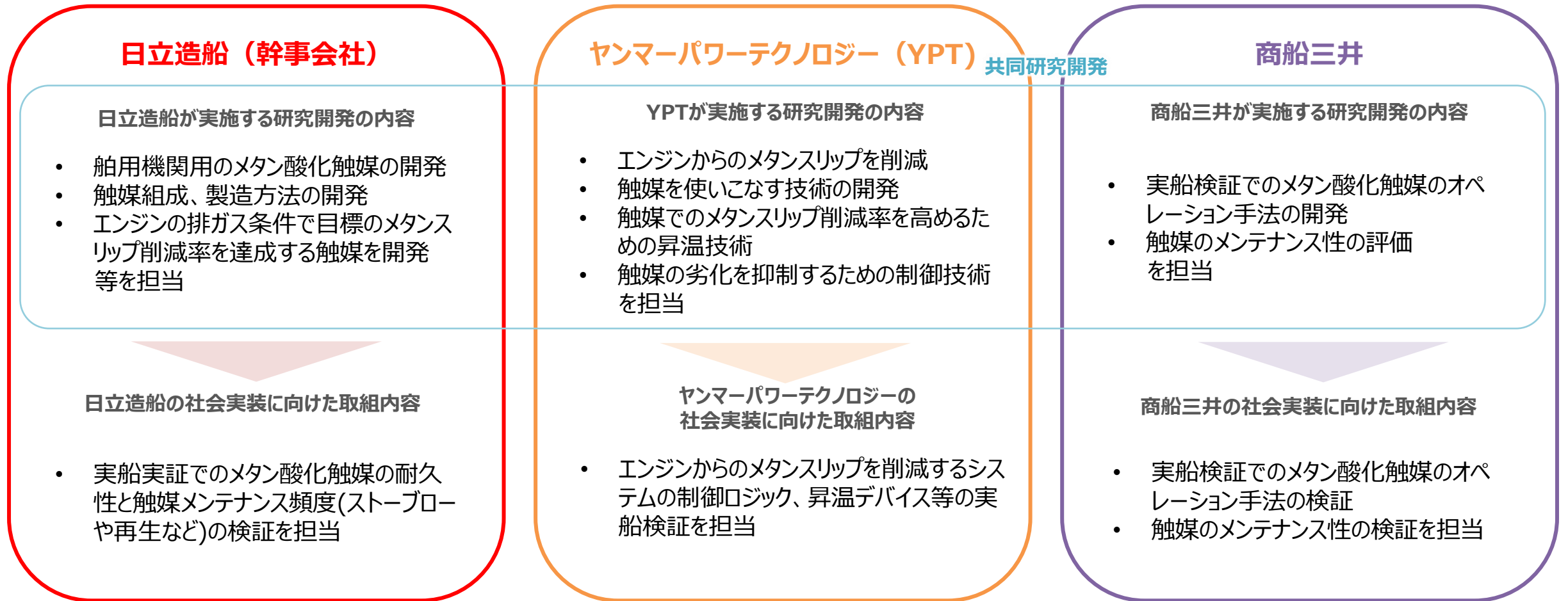
### 3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (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

## 世界的な温暖化対策の強化により全ての船舶に対するグリーン化要求が高まっている

### 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）

- 温暖化問題の表面化
- パリ協定('15年、2℃目標)→IPCC1.5℃特別報告書('18年)
- 世界各国で2050年のカーボンニュートラル目標の設定

#### （経済面）

- カーボンニュートラル目標達成のためには大規模投資を要する
- EU Green Deal, 日本 グリーンイノベーション基金等の補助施策

#### （政策面）

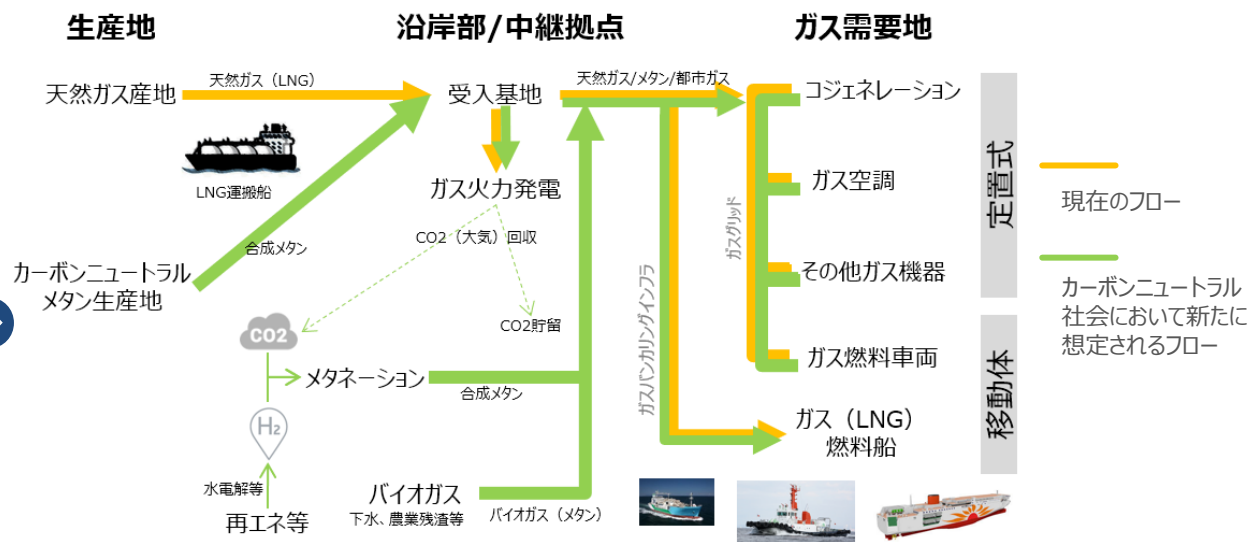
- IMO GHG strategy（'18年設定、'23年改訂・目標値強化）
- IMO 既存船燃費性能規制や燃費格付け制度の施行（'23年から）
- EU ETS対象拡大や国際海事研究開発基金(IMRF)設立の動き
- IMOでの未燃メタン排出（メタンスリップ）削減に対する議論の高まり（LNG主成分のメタンは温室効果がCO2の約25倍とされ問題視）

#### （技術面）

- 欧州2/4-strokeエンジンメーカーのLNGエンジンのメタンスリップ削減に向けた動き
- 市場機会：  
全ての船舶の低炭素化・脱炭素化が求められ、短期的にも長期的にも有効なパワーソースであるガスエンジンについて未燃メタンも含めた正味のGHG排出量を削減するニーズ（必要性）が高まる
- 社会・顧客に与えるインパクト：  
船用ガスエンジンのメタンスリップを削減することで、顧客（船主やオペレータ）ビジネスの低/脱炭素化に貢献

### 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

#### ガス燃料の生産・供給・利用全体像



- 環境性や経済性の観点から近年、天然ガス利用が拡大（船舶、発電セクター等）
- 長期的にはバイオガス（メタン）や合成メタンへ徐々に移行することで脱炭素へ向かう（従来のガスインフラやガス機器を活用可能。ただしLNG同様、メタンスリップ対策は必須と想定）

#### ● 当該変化に対する経営ビジョン：

#### A SUSTAINABLE FUTURE

～テクノロジーで、新しい豊かさへ。～（グループのブランドステートメント）

#### A GLOBAL LEADER in Green Powertrain Technologies

～ 環境負荷を最小化する動力を提供

（ヤンマーパワーテクノロジー長期ビジョン）

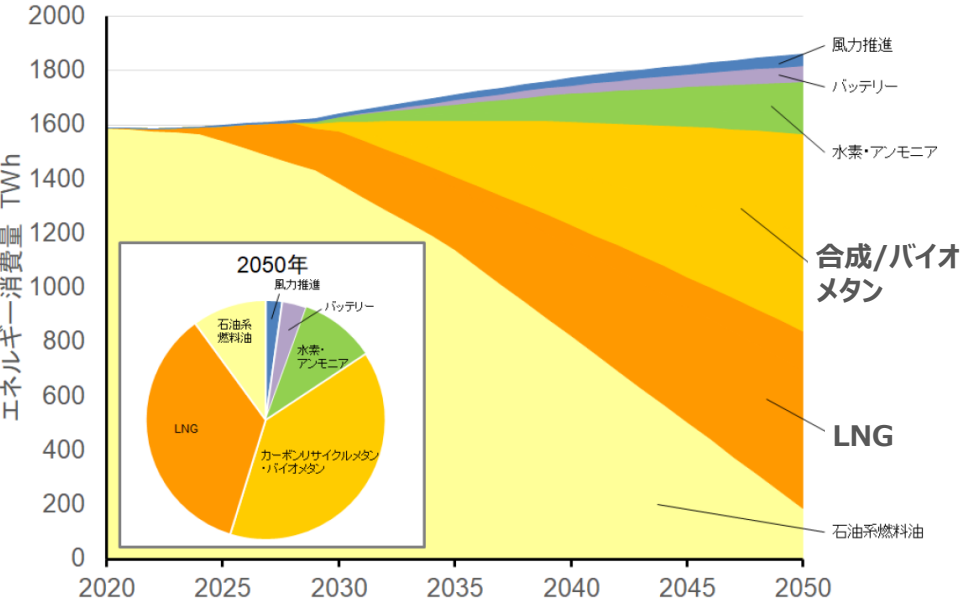
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

外航/内航問わず将来のIMOのメタンスリップ規制対応が求められるガス燃料船をターゲットとする

セグメント分析

船舶における燃料種別比率見通し

出典：国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップにおける「LNG→カーボンサイクルメタン移行シナリオ」を参照



- 船舶におけるLNG利用は'20年代後半から普及が加速
- 合成/バイオメタンは'30年頃から普及し始め'50年に掛けて拡大
- LNGと併せて船舶において（メタン）ガス燃料が最も広く使用される
- 水素・アンモニアが主体となる別シナリオにおいてもLNGは上グラフと同等のシェアを占めるとされ、過渡期の燃料として最重要視される
- LNG・メタンは水素・アンモニアのみならずメタノールに対しても体積エネルギー密度が高く、外航・内航問わず適用可能

ターゲットの概要

市場概要と目標とする船種

- LNG（とその代替ガス）燃料船について、外航船は補機、内航船クラスは主機（と電気推進の補機）を対象とする
- 長期的（2050年頃）には船舶の約3割がLNG燃料を利用する見通し  
なお合成およびバイオメタンを含めるとガス燃料比率は約75%を占める（左記グラフ）
- IMOのメタンスリップ規制が施行されるとほぼ全てのガス燃料船が対象となる可能性
- LNGタンカーや港湾タグ、フェリーはガス燃料化事例が既に多く、今後も相対的にガス普及率が高いと考えられる

船種		市場成長率	顧客（船側）の課題	想定ニーズ	
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	液体バイオ燃料等での対応が主体になると想定	

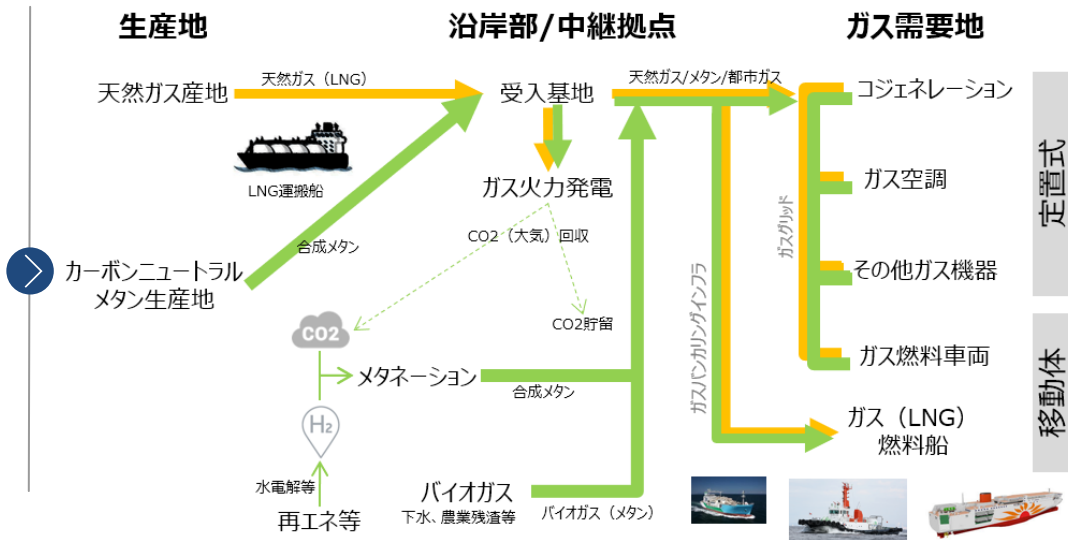
# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## メタンスリップ削減技術を用いてGHG削減した機関を提供する事業を創出/拡大

### 社会・顧客に対する提供価値

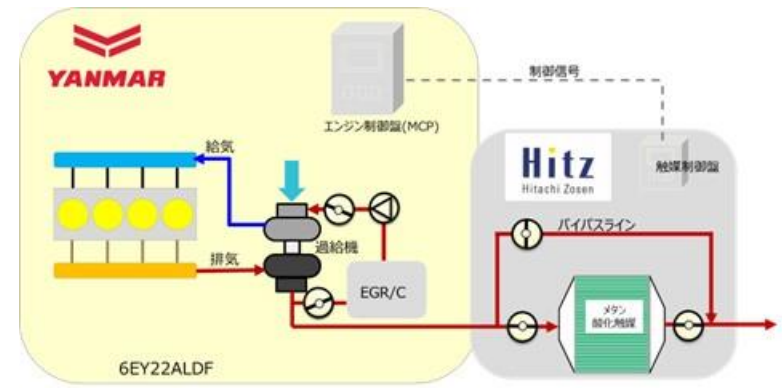
- 船用機関からのメタンスリップ削減  
～2026:実船実証完了
- NOx , SOx規制満足維持

### 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



### 1.メタンスリップ削減技術を用いた 舶用機関の市場投入(2026～)

- メタンスリップ削減技術
- ・メタン酸化触媒
- ・空燃比リッチ化による削減



- ・外航補機市場でのシェア堅持
- ・国内外主機市場での拡販

今回は、下記機関にて技術開発を行い、  
今後、4 ストローク主機関、補機関でのラインナップ化を推進する。




機関型式	6EY22ALDF
定格出力[kW]	800
定格回転数[ $\text{min}^{-1}$ ]	900
シリンダー数	6
シリンダー径 x 工程[mm]	Φ220x320
用途	舶用補機関



# 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

- LNGエンジンのメタンスリップが課題として船用業界で認識されこのままではLNGエンジンの販売そのものの存続が危ぶまれる。IMO, EUにて具体的にメタンスリップがGHGとしてカウントし課金される規制が検討され、EUでは2026年からの導入が決定。IMOは現在協議中。  
  
LNGエンジンからのメタンスリップ削減が急務。
- エンジン改良と触媒との組合せにてメタンスリップ削減を図る技術の開発と共にメタンスリップ評価手法、安全要件の確立を図る。  
エンジンメーカーとしてキーとなる燃焼制御技術は、ノウハウ化及び知財占有化を進める。
- EGRや触媒を扱う技術は他の代替燃料にも活用可能であり、本PJを通じて技術確立を行う。

### 国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

#### （国内外の標準化や規制の動向）

- メタンスリップ削減システムの安全性要件の確立(AiP取得の動き)。
- メタンスリップの計測手法の標準化が求められる。
- IMOでの燃料のLCA(Life Cycle Assessment)の協議の中でLNG燃料エンジンからのメタンスリップ排出量を考慮する議論を実施中。

#### （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）

- LCAガイドラインへの本取組内容の反映のため、海事局を通じてIMO傘下の通信部会CGにコメントを発信。
- NKや海外船級とも意見交換を行い、安全要件や認証方法の確立に取組中。

### 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）

#### 【オープン戦略】

- メタンスリップ削減システムの安全性要件の確立と標準化(オープン)  
船級、船主、造船所、触媒メーカー、エンジンメーカーが共同してIGFコード、IGCコードをベースに安全要件の作り込み推進。  
2022/8/2 NK,コンソ内でHAZIDによるリスク評価を完了しシステム設計に展開済み。  
※海外船級やコンソーシアム外の船社、造船所との協議、意見交換、情報収集も実施しシステムとして最適なレイアウト設計を実現する。
- メタンスリップ計測、評価手法の標準化と規制導入によりメタンスリップ削減技術の普及を進める。コンソ内、NKとの評価手法に関し協議し、現状(6/22)に加え改善後のメタンスリップ評価を実施予定(1/24~25)。

#### 【クローズ戦略】

- EGR等を用いた当社独自の燃焼制御技術や触媒性能を最適化する制御を主としてノウハウ化及び知財占有化を進める(クローズ)。  
燃焼制御等に関し2件出願準備中。
- メタンスリップ削減技術の普及のために、標準化と知財を連動させる形で自社の技術的な強みをより活用できるような事業戦略を立案。



# 1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

## 自社の強みを活かして、社会・顧客に対してGHG排出削減という価値を提供

### 自社の強み、弱み（経営資源）

### 競合との比較

#### ターゲットに対する提供価値

- メタンスリップ削減技術の確立
- GHG削減効果を多数の船に展開



#### 自社の強み

- 船用ディーゼル補機関で世界トップシェア
- DFエンジンやSCRを自社開発できる技術力保有
- 世界各地への販売, サービスネットワーク

#### 自社の弱み及び対応

- 海外メーカーに対する価格競争力
  - 他社本格展開前の市場実績蓄積
  - サービスネットワークによる迅速な対応

#### 自社

##### 技術

- 大形DFエンジン(燃焼)技術
- 自社製エンジンへの尿素SCR適合(触媒装置設計)(エンジン制御/排ガス温度コントロール)
- エンジニアリング, アフターサービス面
- (将来)次世代燃料システム全体をインテグレーションする技術力

##### 顧客基盤

- ヤンマー船用ディーゼルエンジンへの信頼度/期待感(船用ディーゼル補機関で世界トップシェア確保)
- LNG-DFエンジン、SCRにおける市場投入実績
- 世界各地に広がるサービスネットワーク

#### 競合

- 欧州ライセンサーもしくは欧州エンジニアリング会社からの技術供与によるエンジン開発

- 低価格販売
- ネットワークは未熟(ただし急成長の可能性あり)

2021年に研究開発開始、2027年頃に事業化、2034年頃の投資回収を想定

							事業化		投資回収
							▼		▼
年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	...	2034
売上高							事業化、市場導入・拡大		
研究開発投資 ※	12.2億円（本事業の支援期間）						商品ライナップ拡充		
取組の段階	研究開発		実船実証		社会実装				
メタンスリップ削減効果	現行方式に比べメタンスリップ70%削減								

※ 事業化・商品化のための開発投資を含む

# 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>積極的な知的財産権取得</li><li>コンソーシアム内での船社・触媒メーカーとの意見交換による開発内容への反映</li><li>開発段階からの船級との意見交換による国際ルール化への反映</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>LNGエンジンの生産のため、2022年度に1億円の設備投資を計画</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>環境規制強化に対応した販売</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>開発初期の段階から船社、触媒メーカー、造船所、船級との意見交換を行い、作り込みを前倒しし、基本設計承認(AiP)を取得</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>社内生産設備のLNGエンジンの生産能力増強のため設備投資を実施済み、更に市場動向を見極めつつ、追加の設備投資を計画</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SEA JAPAN等の展示会や業界紙での積極的なPR活動を実施</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>ユーザー視点に立ったシステム開発</li><li>国際ルール制定参画によるルールの先取り市場展開</li><li>海外船級やコンソーシアム外の船社、造船所等との協議を進め、システムに最適なレイアウト設計を実現</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>次世代燃料エンジン開発・生産拠点整備により、GHG排出削減への流れを加速</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>早期開発による市場展開加速とシェア拡大</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

## LNGエンジンの生産能力増強のために設備投資を推進

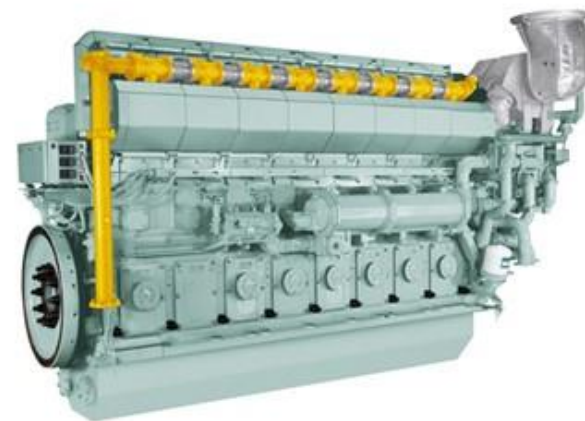
LNGエンジンの生産量拡大に向けて出荷運転用のベンチを倍増するための設備投資を実行中。  
LNG供給ユニットや制御盤等の設置によりLNGエンジン運転ベンチ数を増設する。2022年度下期より稼働済み。  
更なる追加の設備投資を計画中。



現有LNGエンジン運転ベンチ



YPT尼崎工場



LNGエンジン運転ベンチを増設

# 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	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
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	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	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	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. 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	<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	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	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. 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		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	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

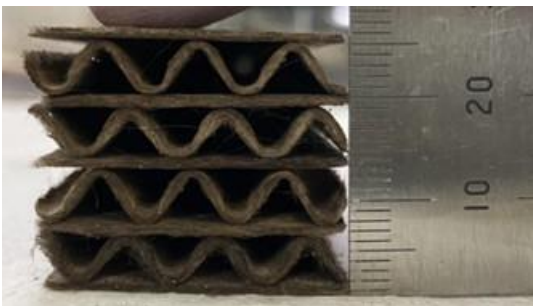
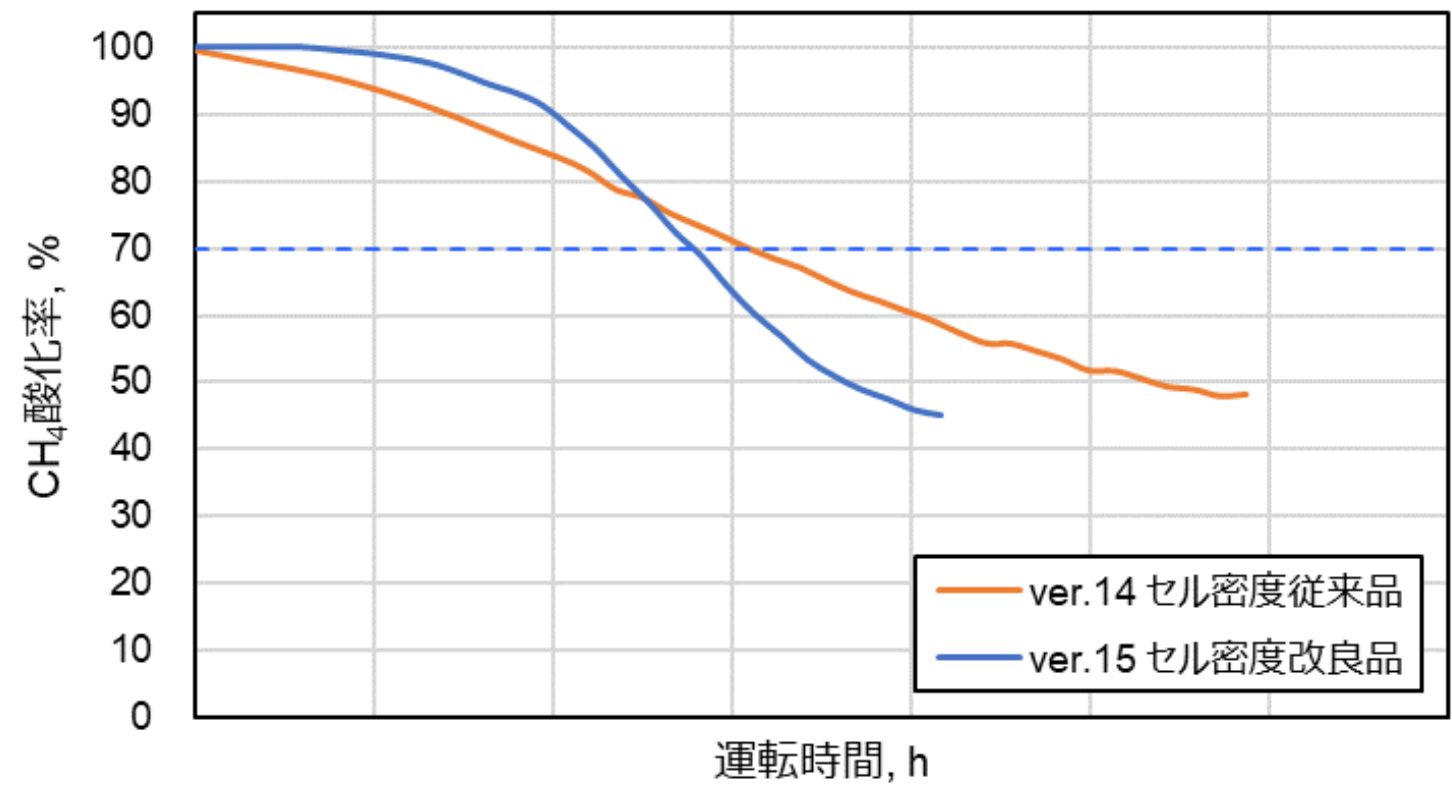
---

- ✓ 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



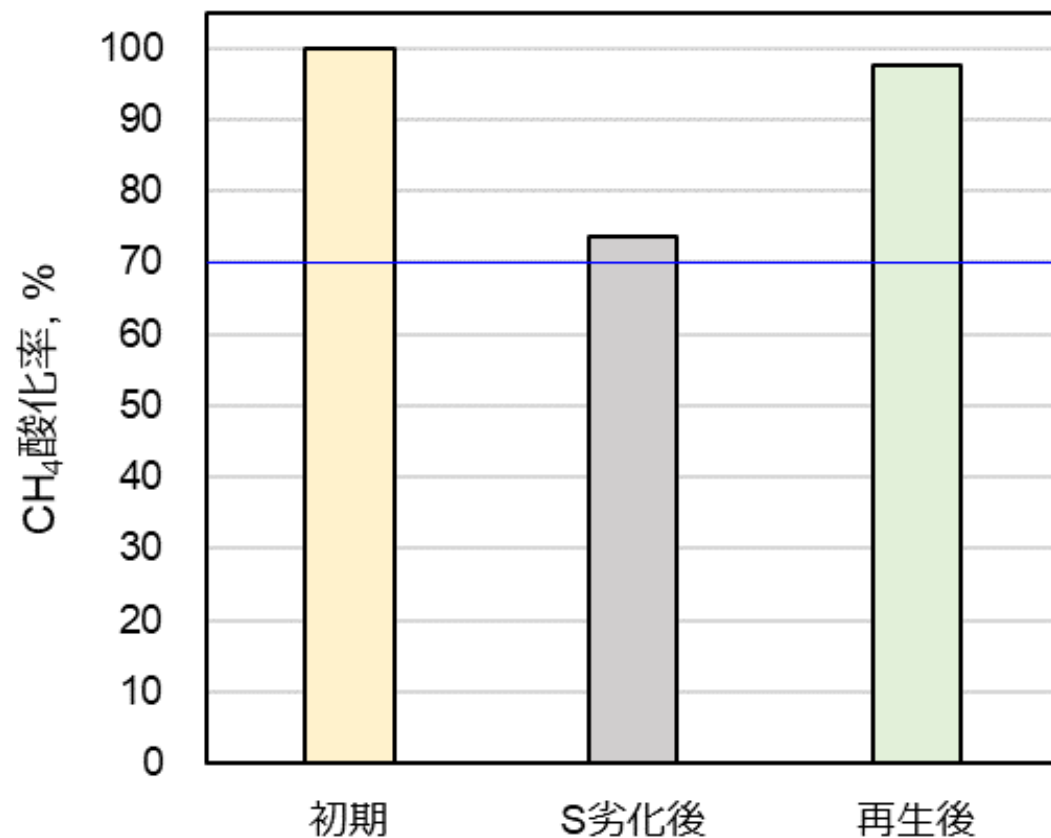
ver.15 セル密度改良品

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%

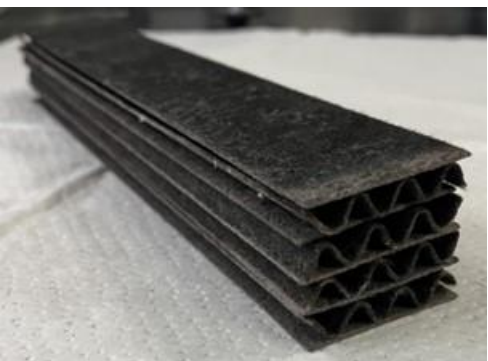
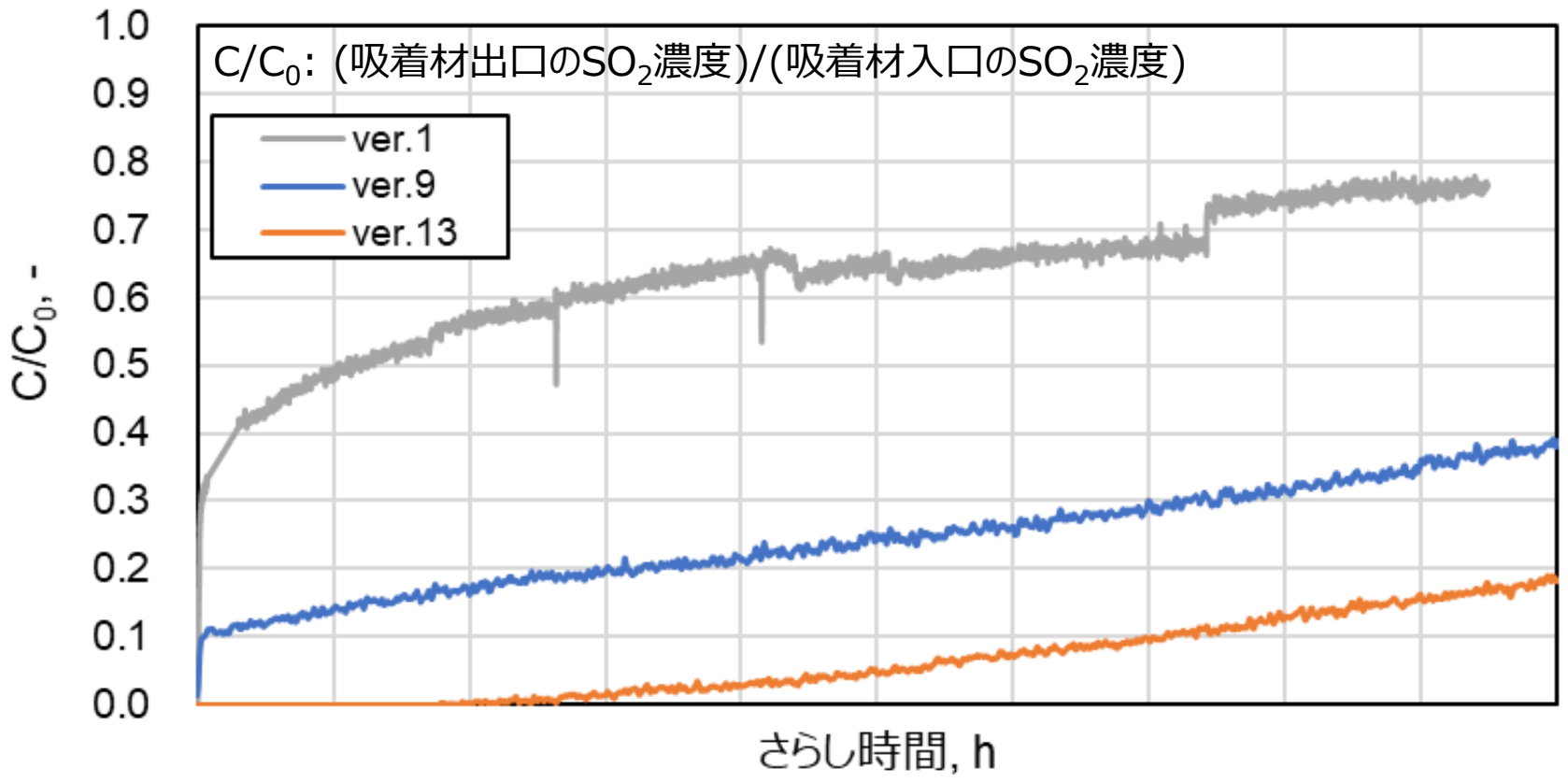


2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

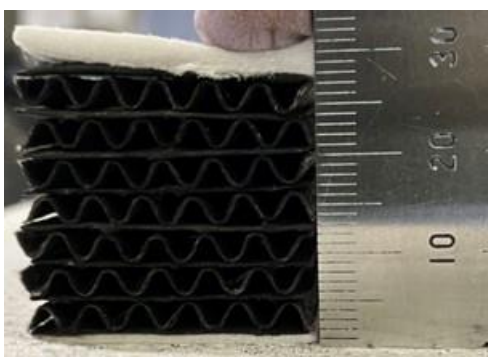
吸着材

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



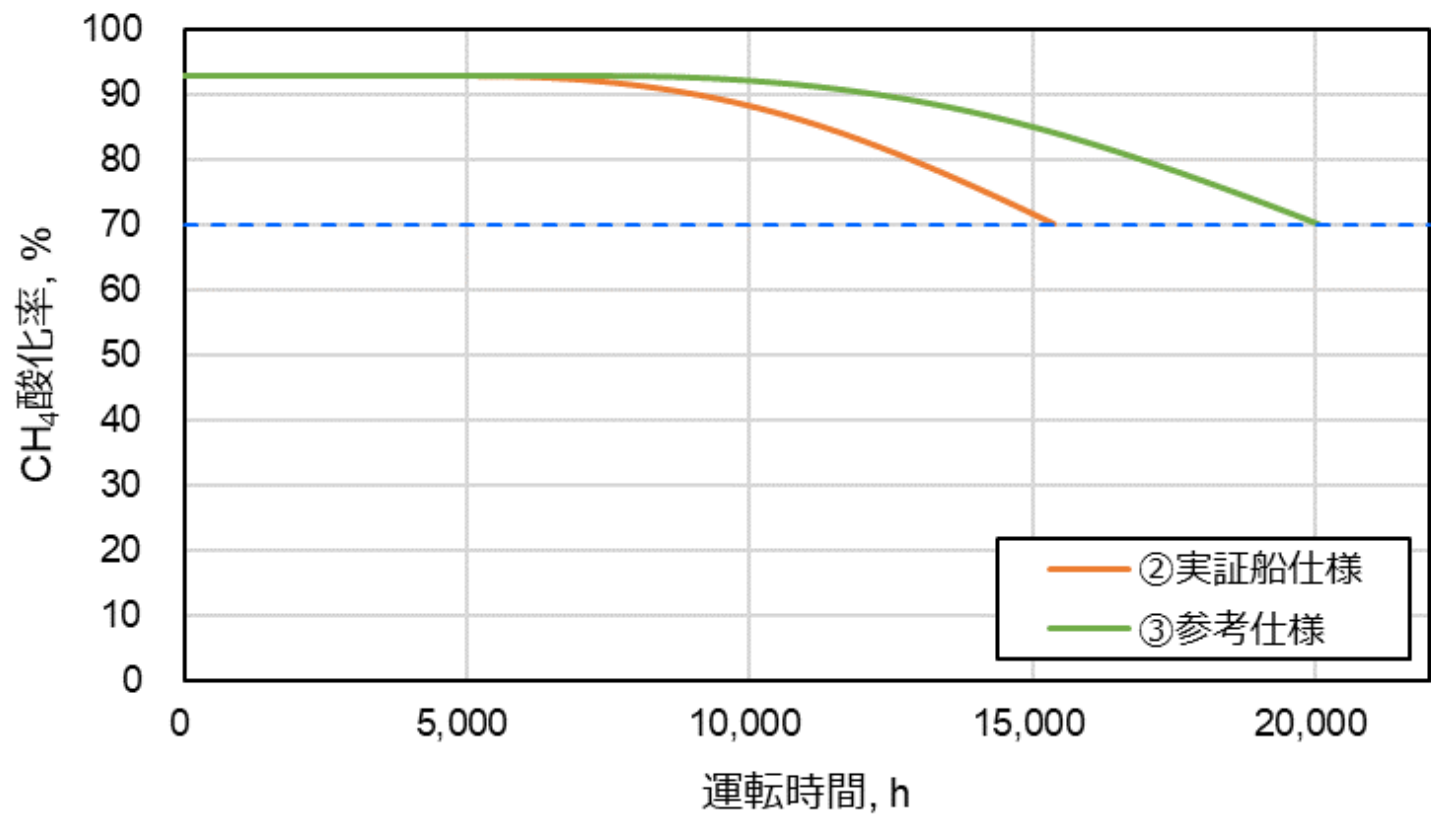
ver.13 セル密度改良品

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:  $14,000\text{h}^{-1}$ ,  $400^{\circ}\text{C}$ )



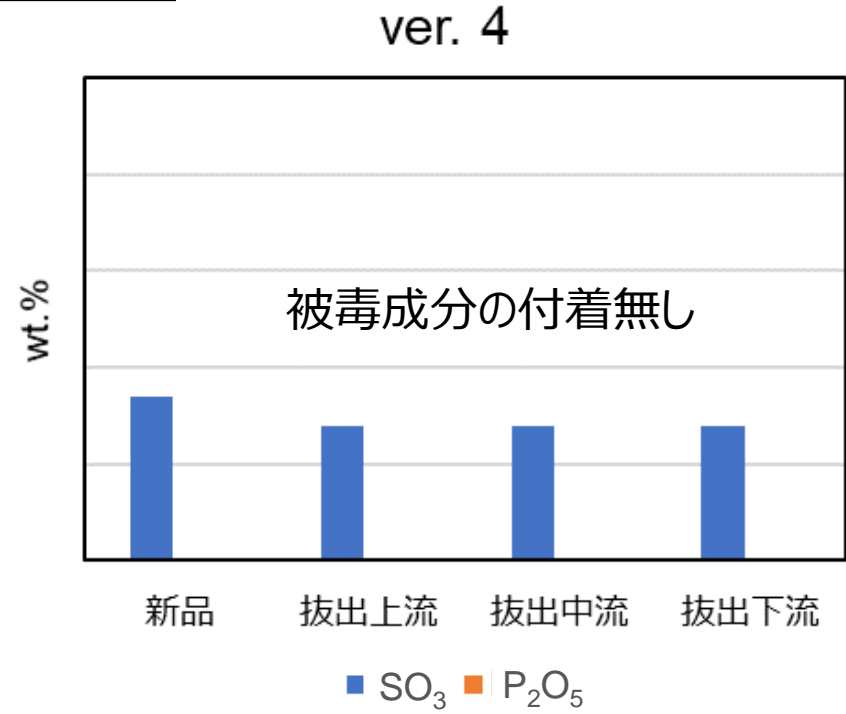
実証船仕様(②)はSV:  $14,000\text{h}^{-1}$ 、再生なしで15,000hの間、70%性能を維持できる見込み  
20,000hの間、70%性能を維持できる仕様(③)にも目途がついた

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

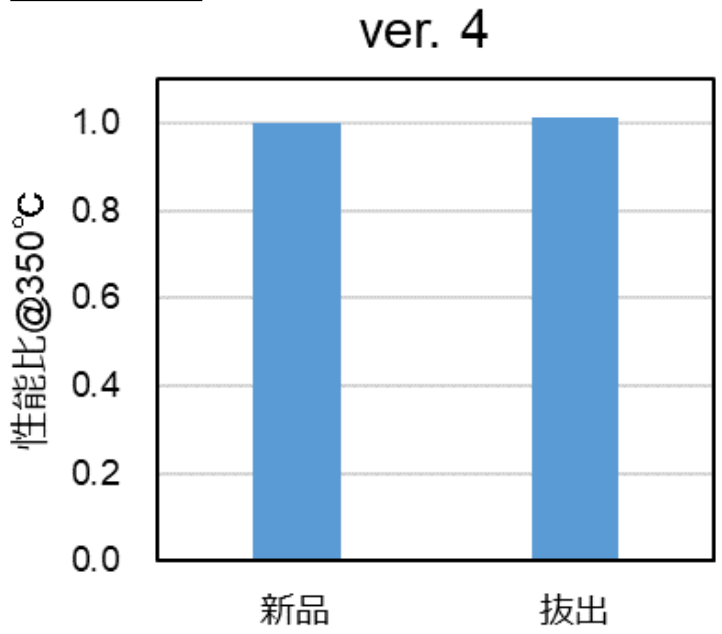
触媒耐久試験装置による評価  
ガスエンジン排気を用いた触媒の耐久評価を開始



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

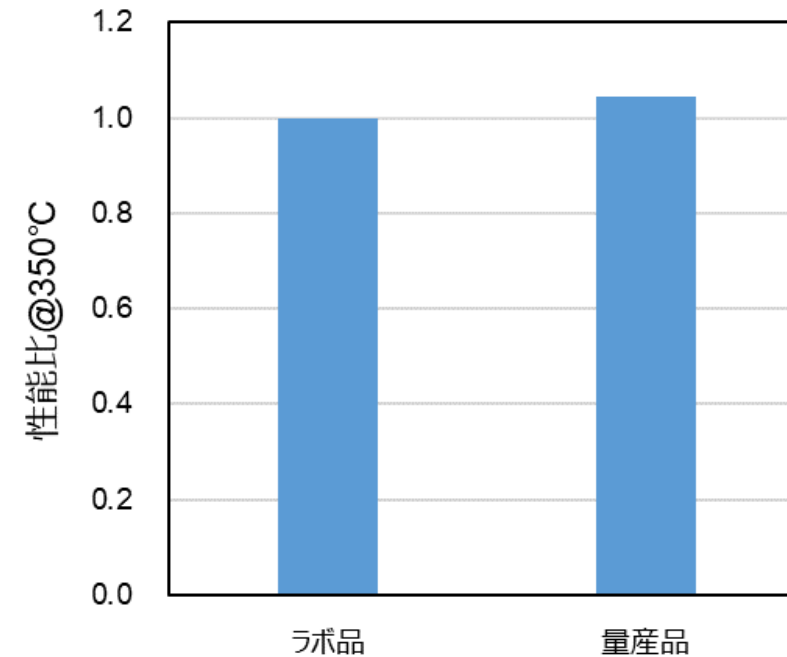
## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

### 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）

### ✓ 実証装置への本船艤装



触媒槽



Air supply unit



制御盤



分析計

- 本船にて各機器の艤装工事実施。

## 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。



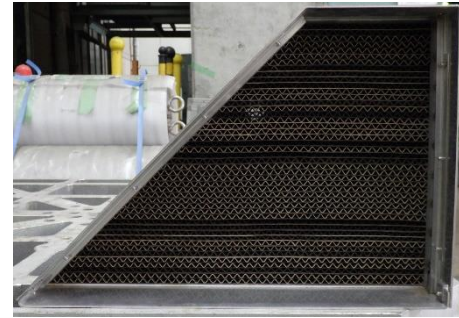
## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取り組み）

触媒の量産と反応器への据付

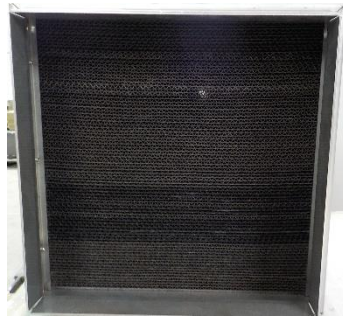
陸上試験に使用する吸着剤及び触媒の量産を実施



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

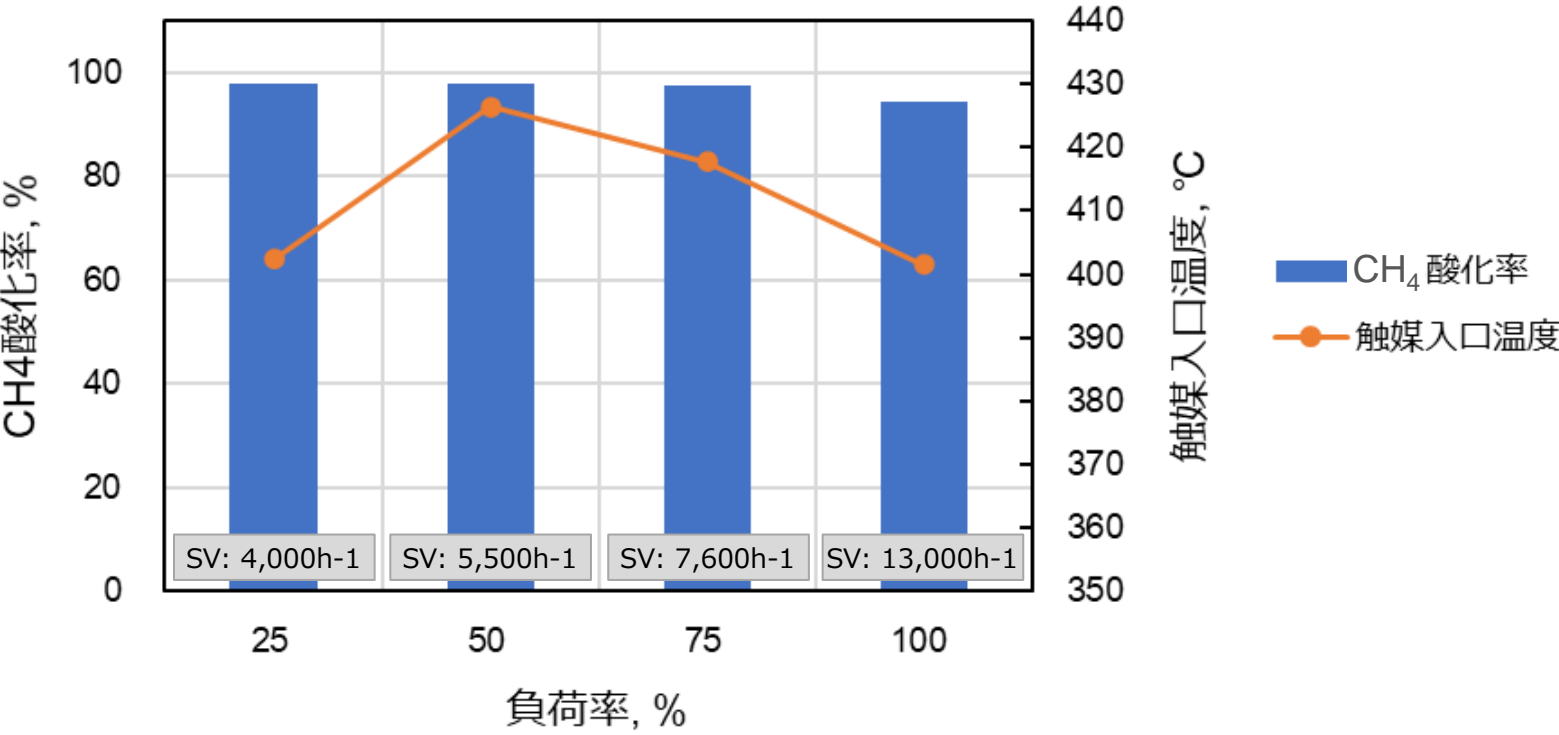
振動試験装置にて機械強度面に問題ないことを確認  
陸上試験反応器への充填を完了

## 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

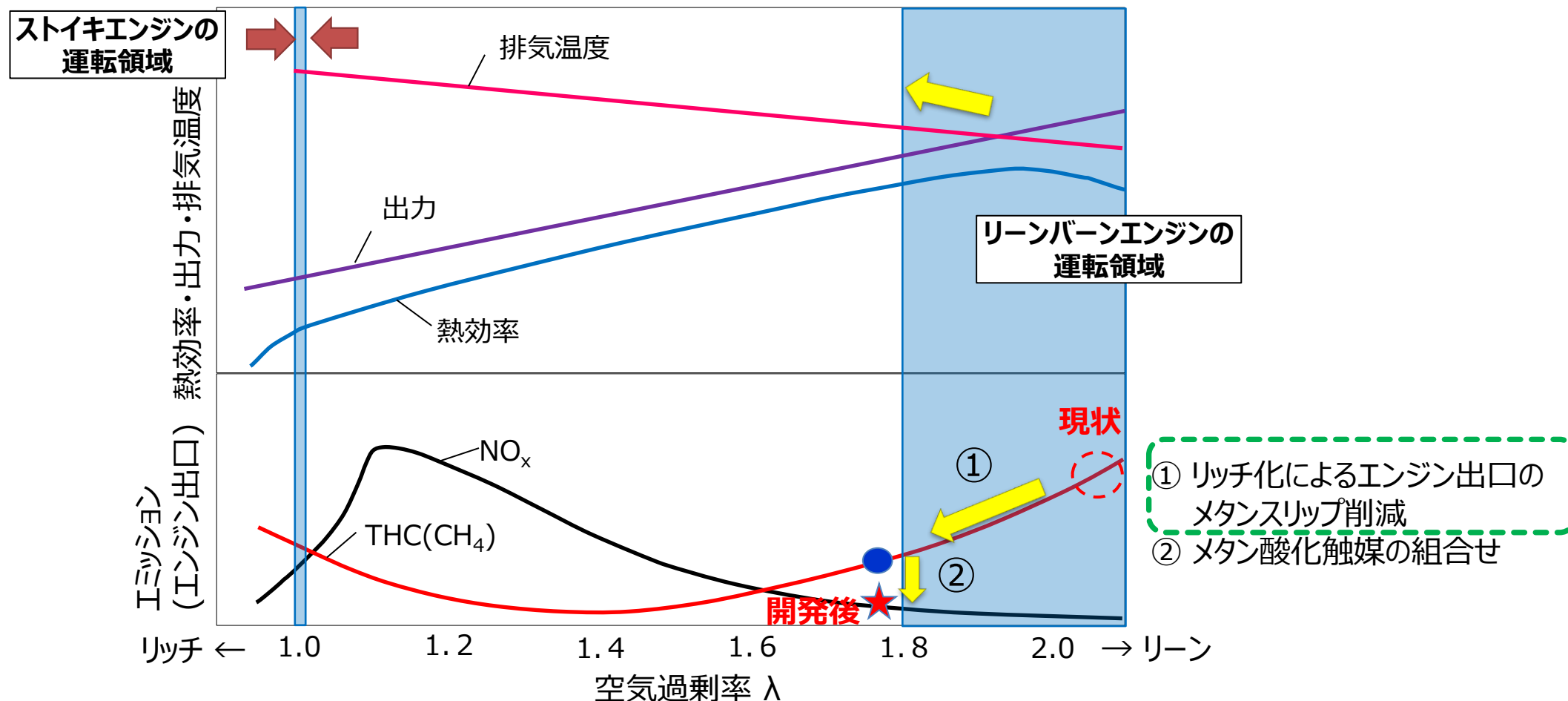
---

- 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

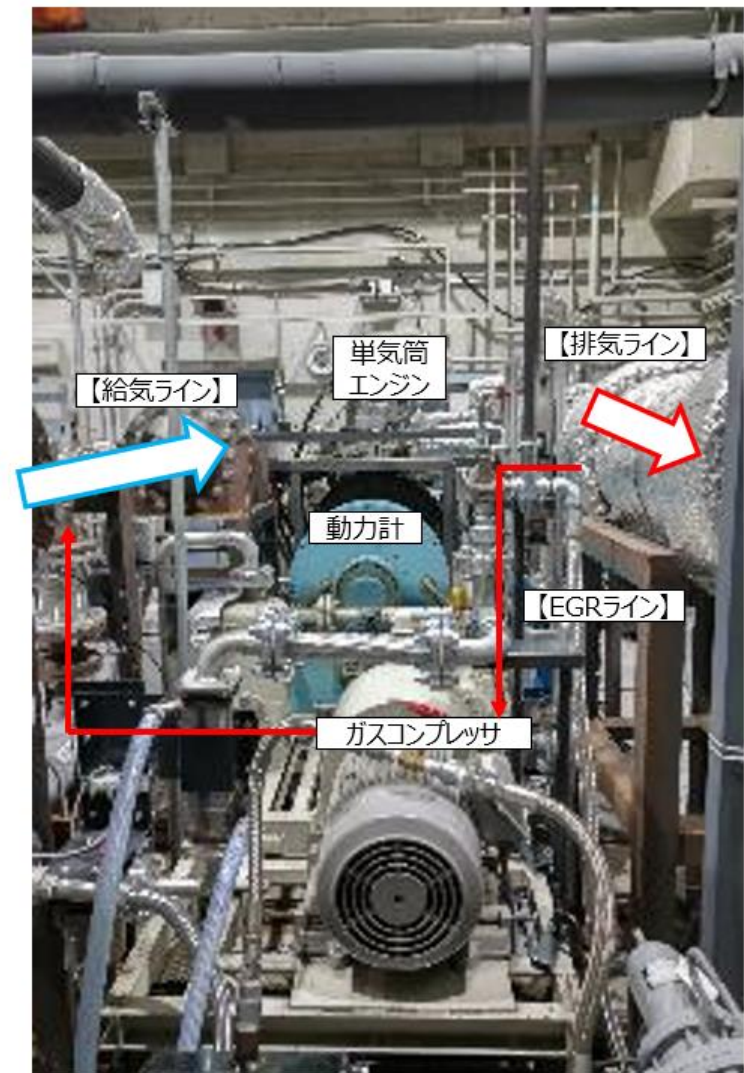
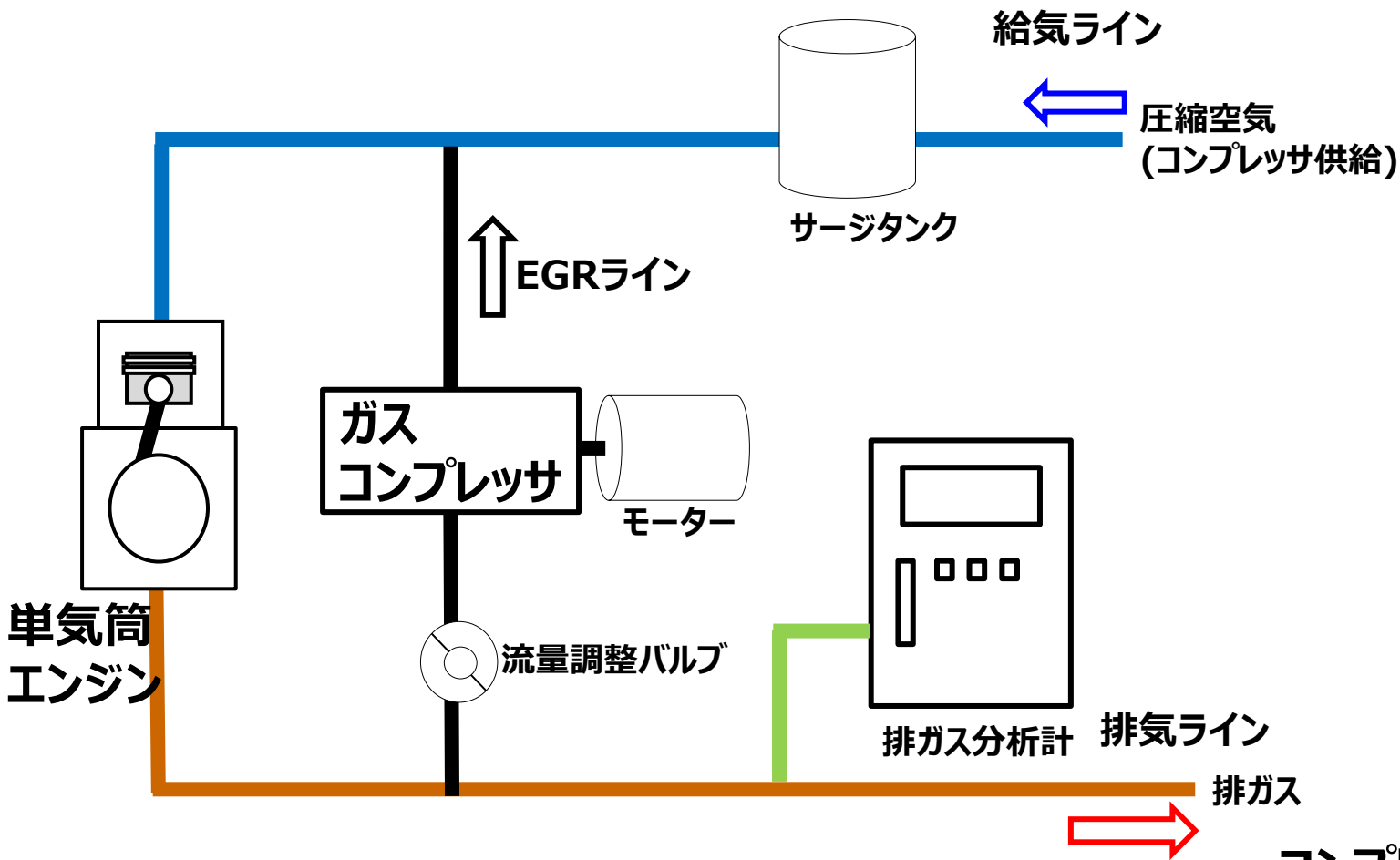
#### 1. 単気筒試験機を用いた検討

→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

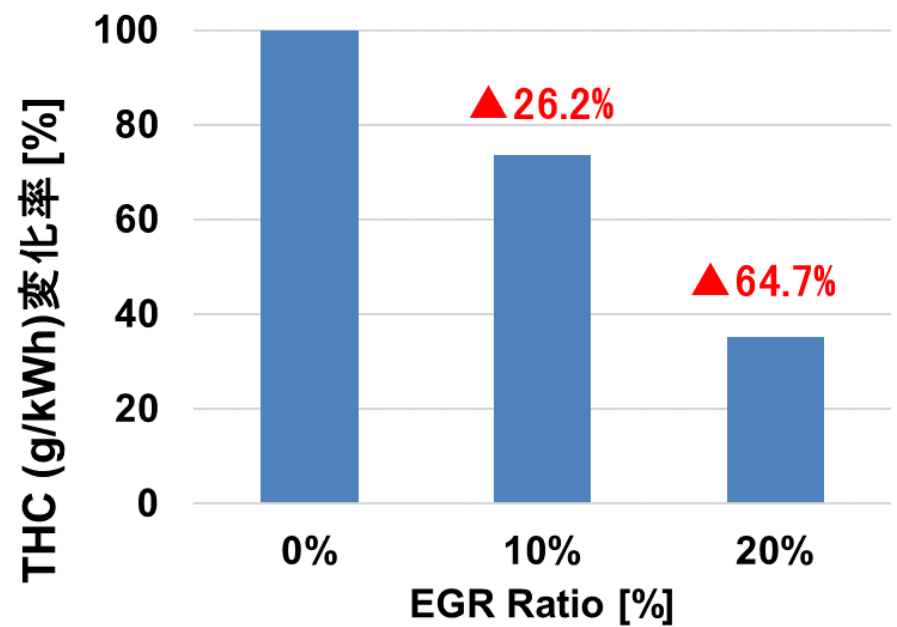


コンプレッサによるEGRシステムの構築完了

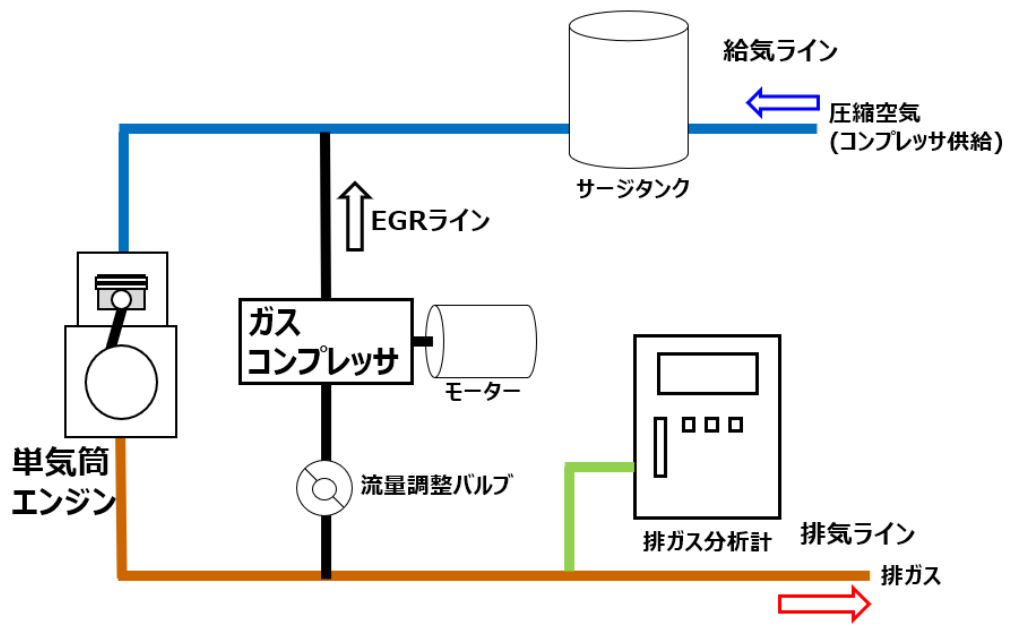
# 単気筒試験機結果

## 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

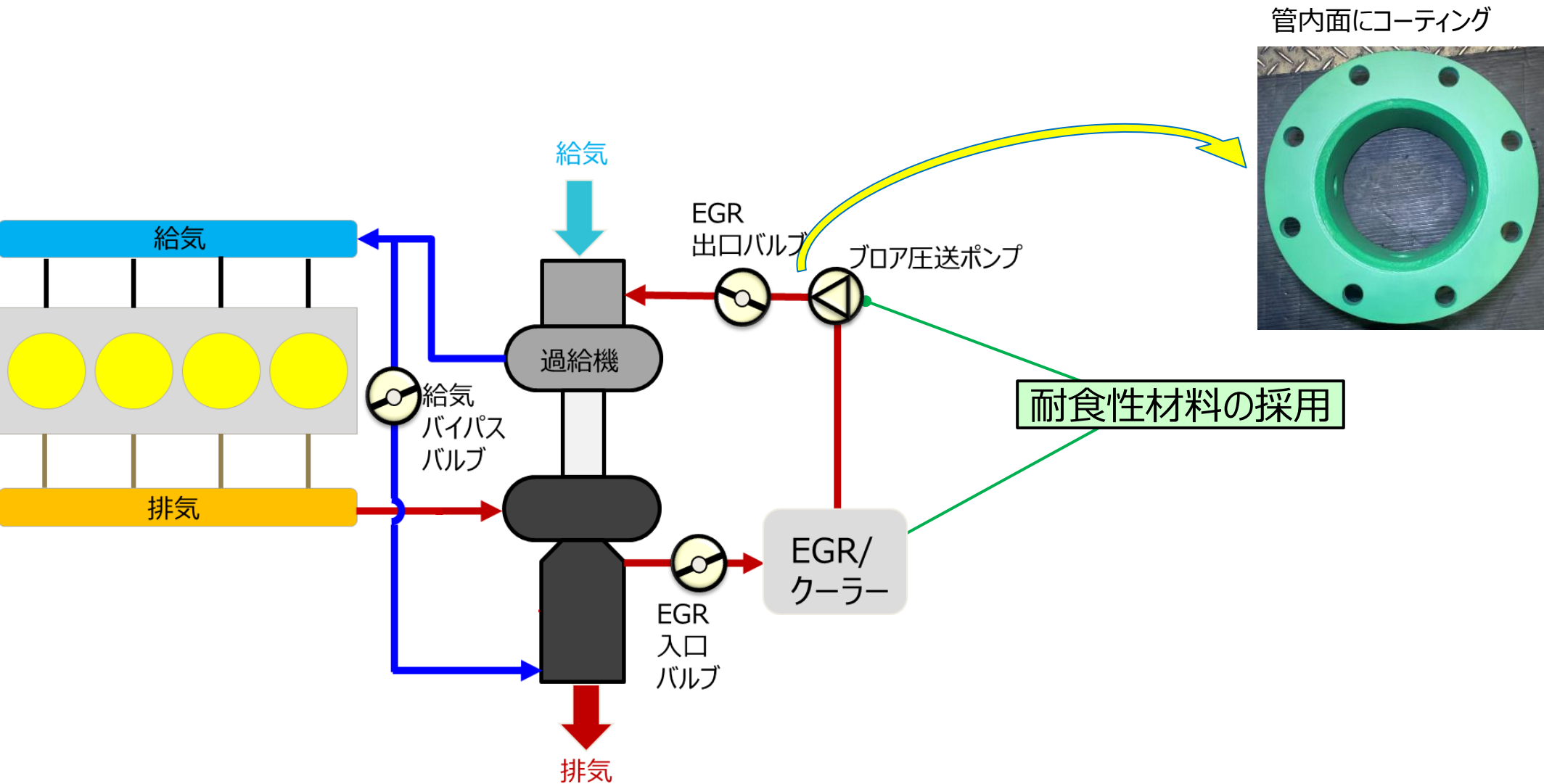
#### 1. 単気筒試験機を用いた検討

#### 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

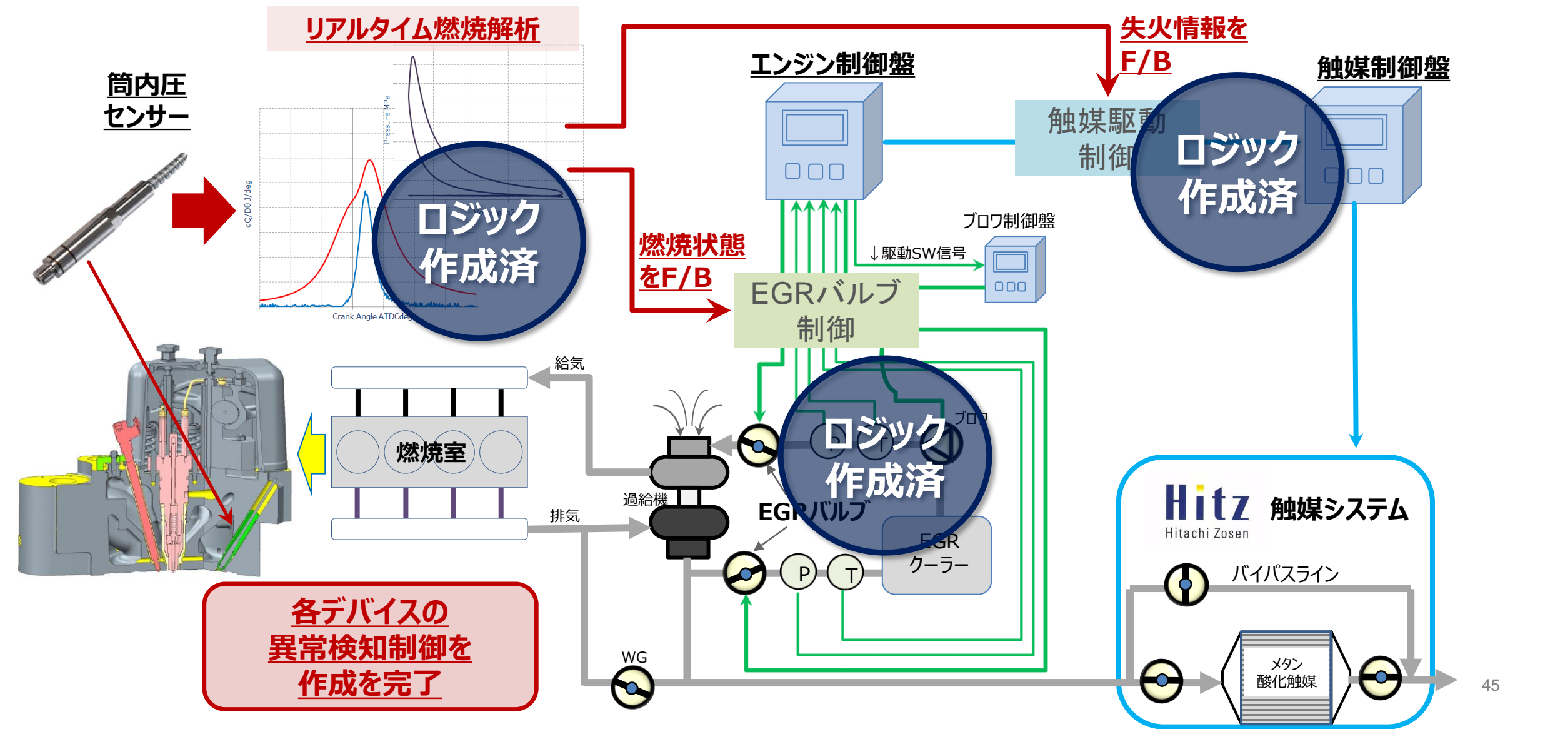
2.多気筒試験機を用いた検討

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



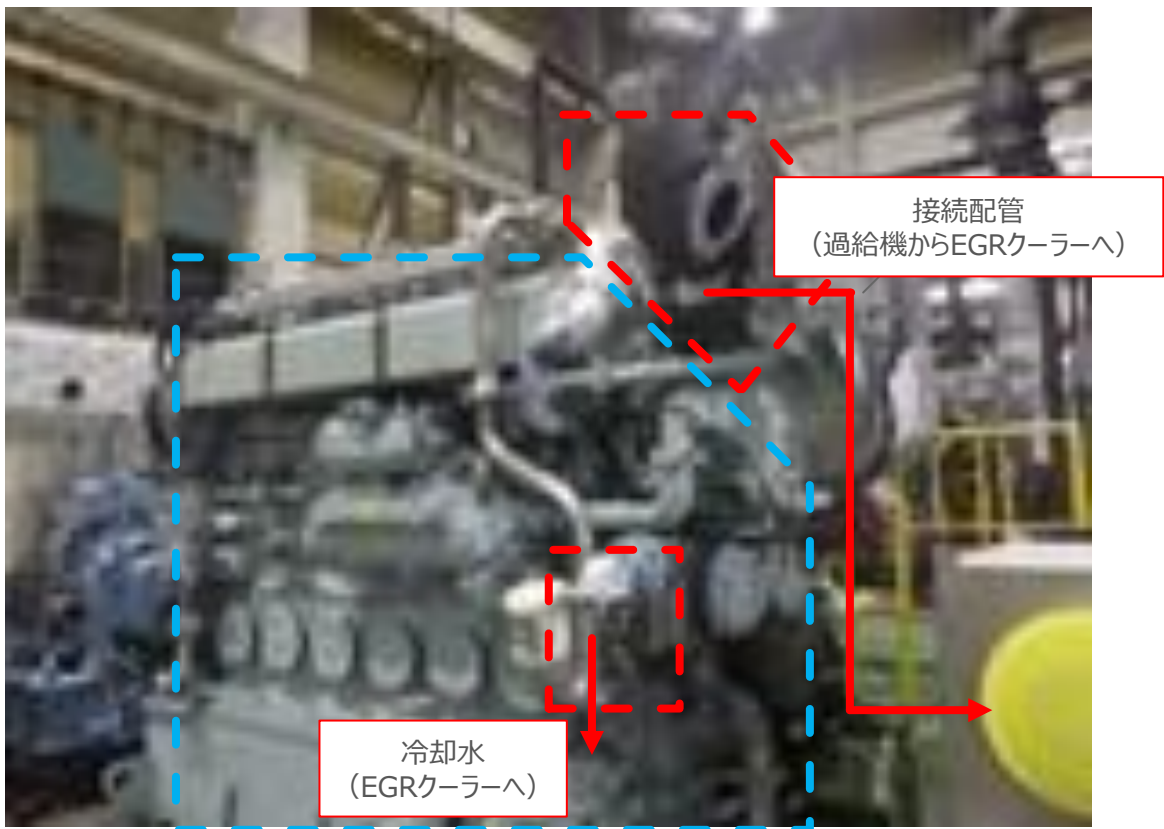
2.多気筒試験機を用いた検討

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

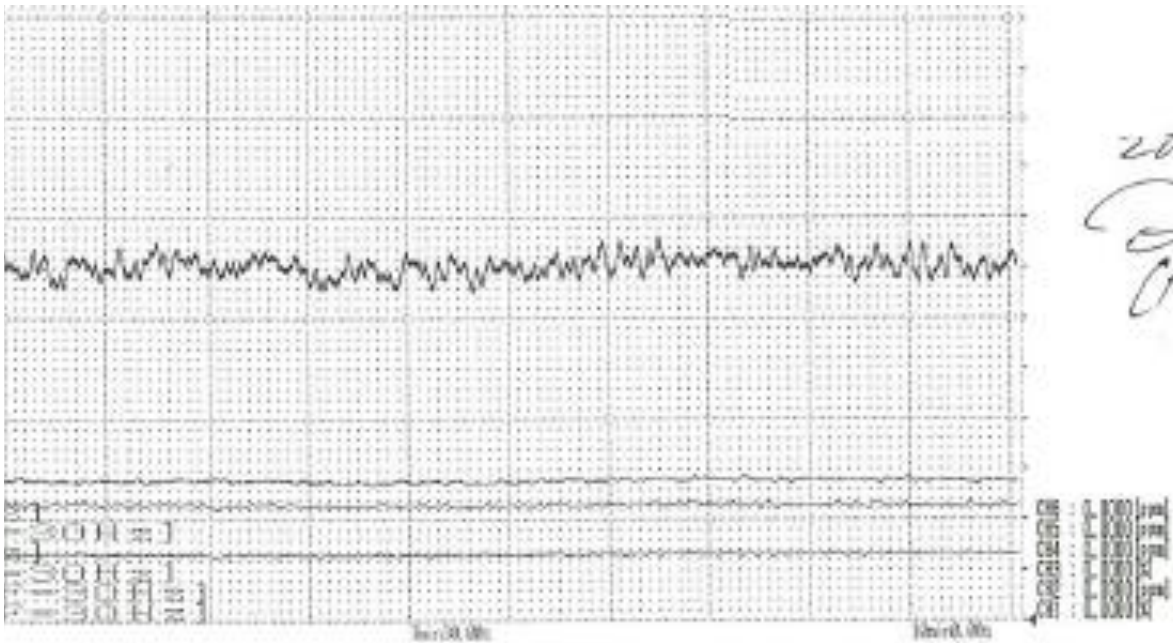
オリジナル状態のメタンスリップ排出量の評価をNK立会の下、完了。(2023/6/22)

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



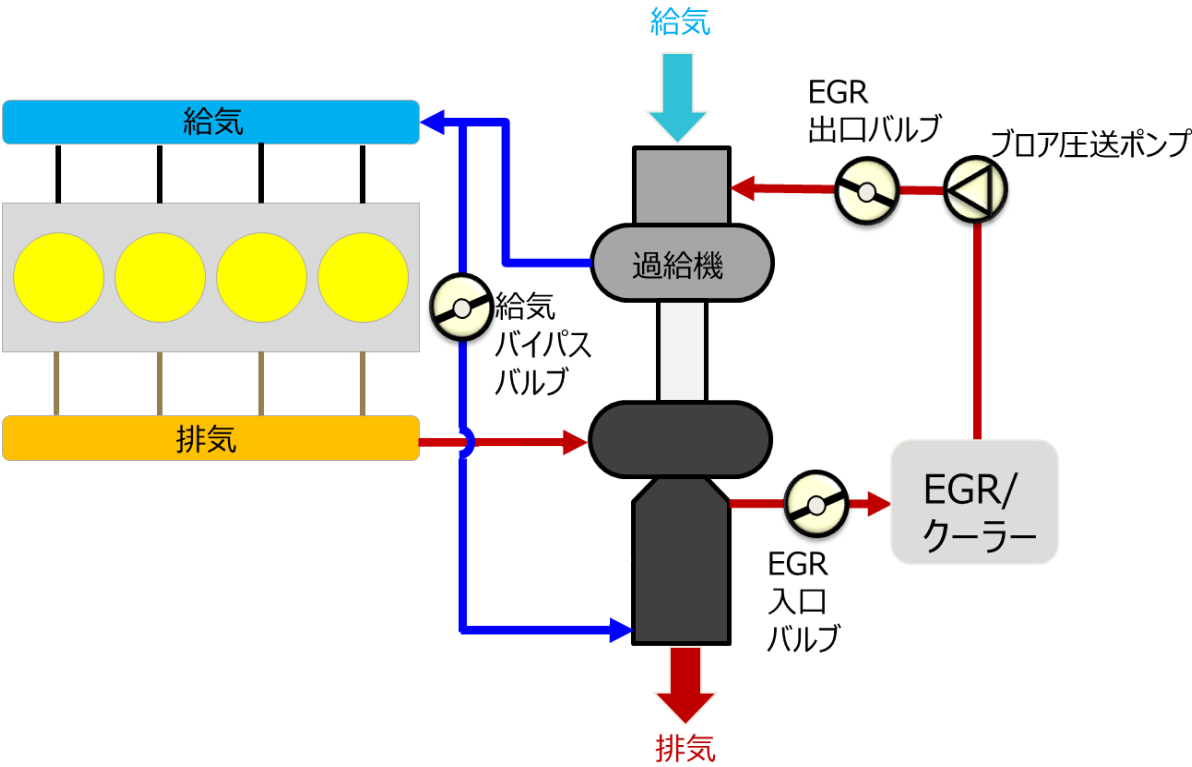
排ガス濃度チャート



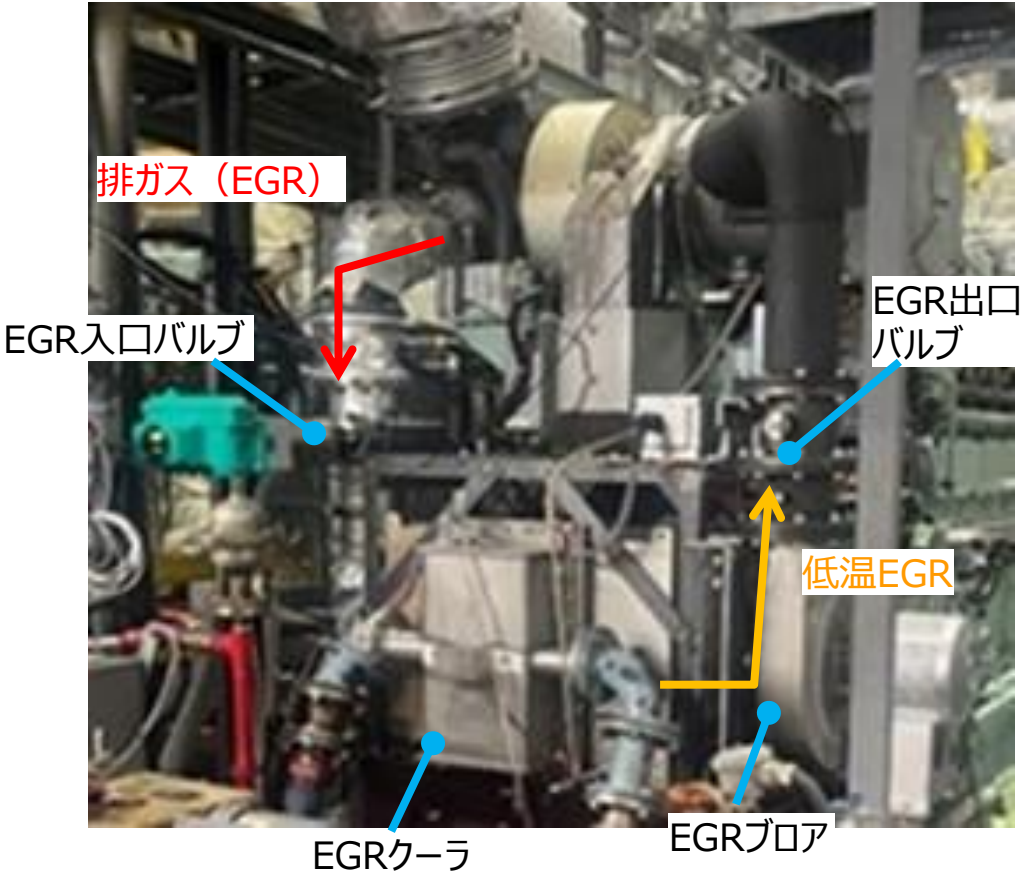
2023. 6. 23  
*[Signature]*  
(H. Sato) ClassNK



陸上試験機にEGRシステムを追装し、適合試験を実施

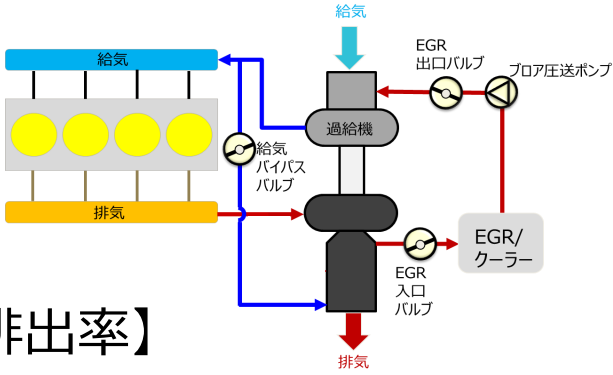


エンジン単体試験（EGR適合）

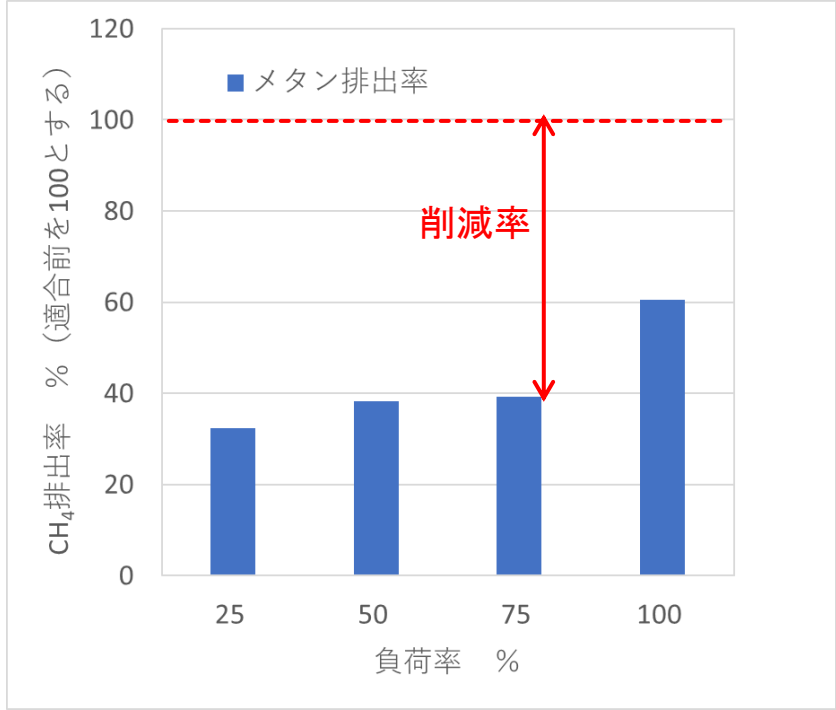


2.多気筒試験機を用いた検討

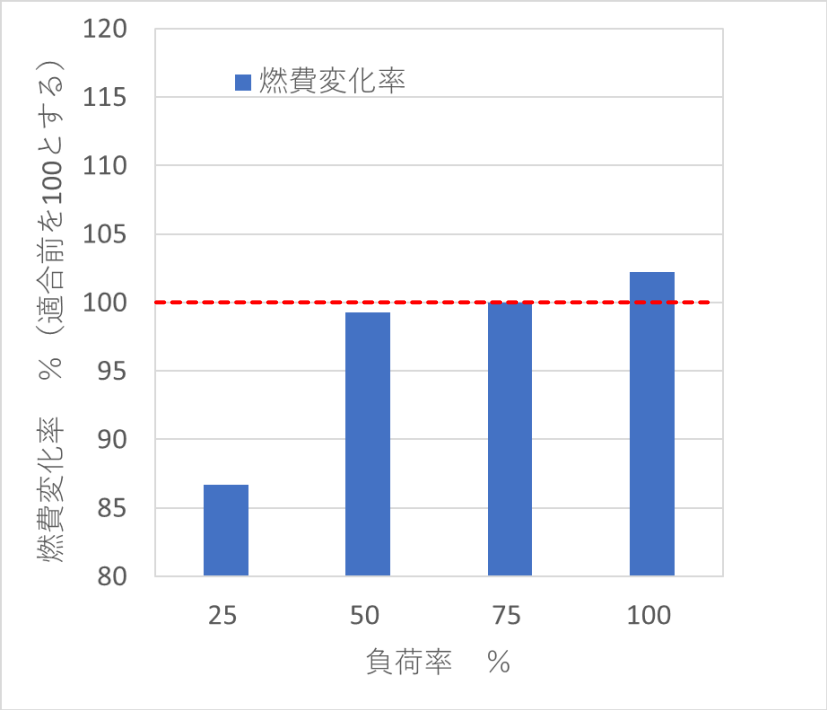
EGRとリッチ化の組合せによる改良によりエンジン出口でCH<sub>4</sub>を60%以上削減、  
75%負荷以下の実用域で燃費も改善し、全域でGHGを大幅に削減



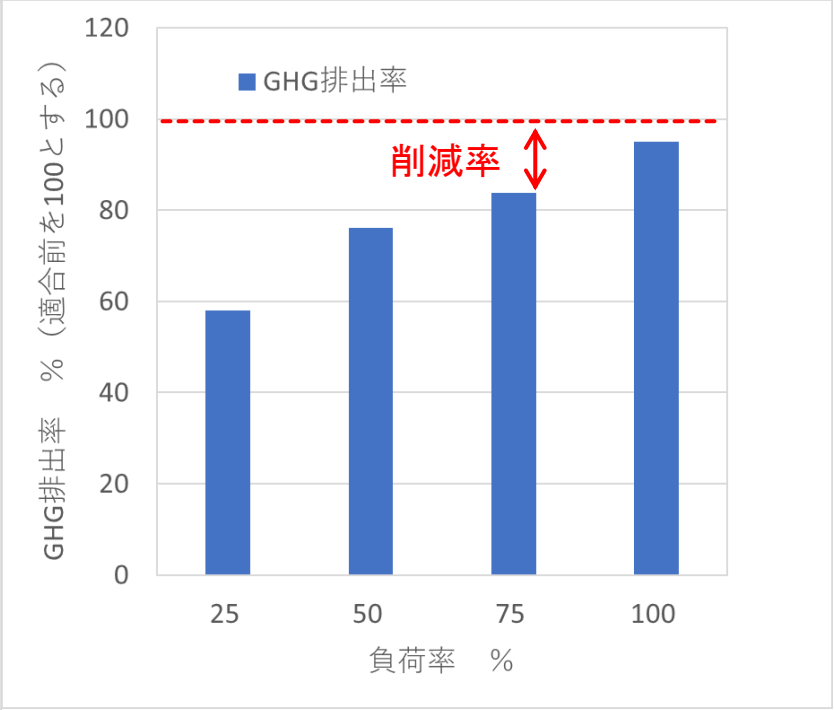
【CH<sub>4</sub>排出率】



【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

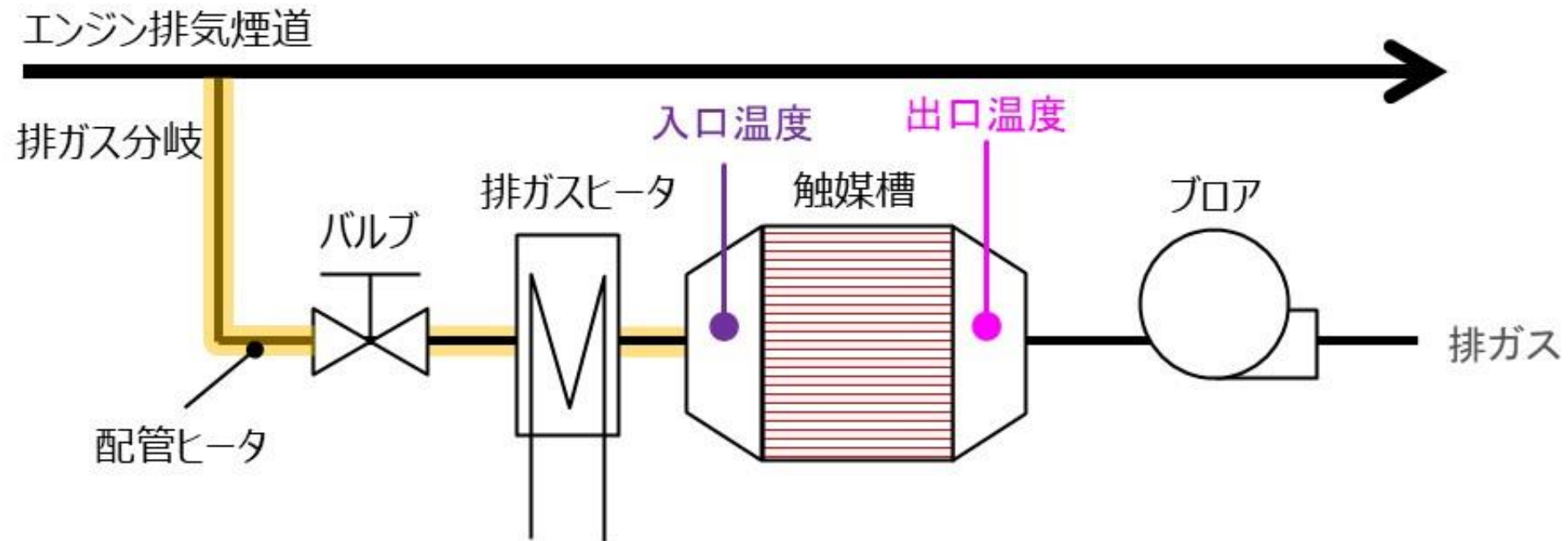
### 研究開発の目的

---

- ✓ 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



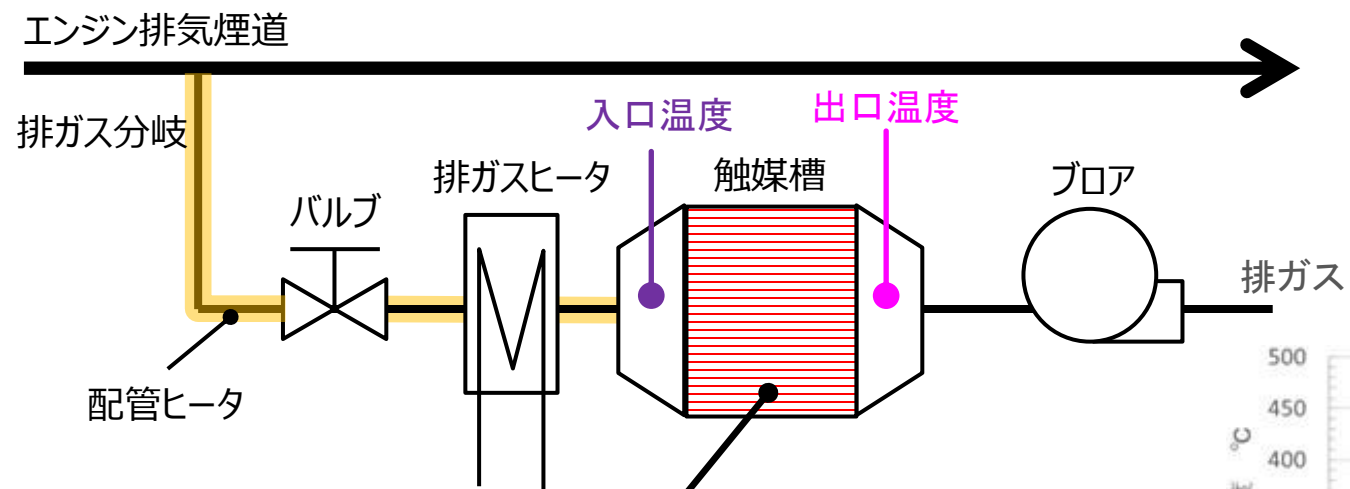
### 屋内配管



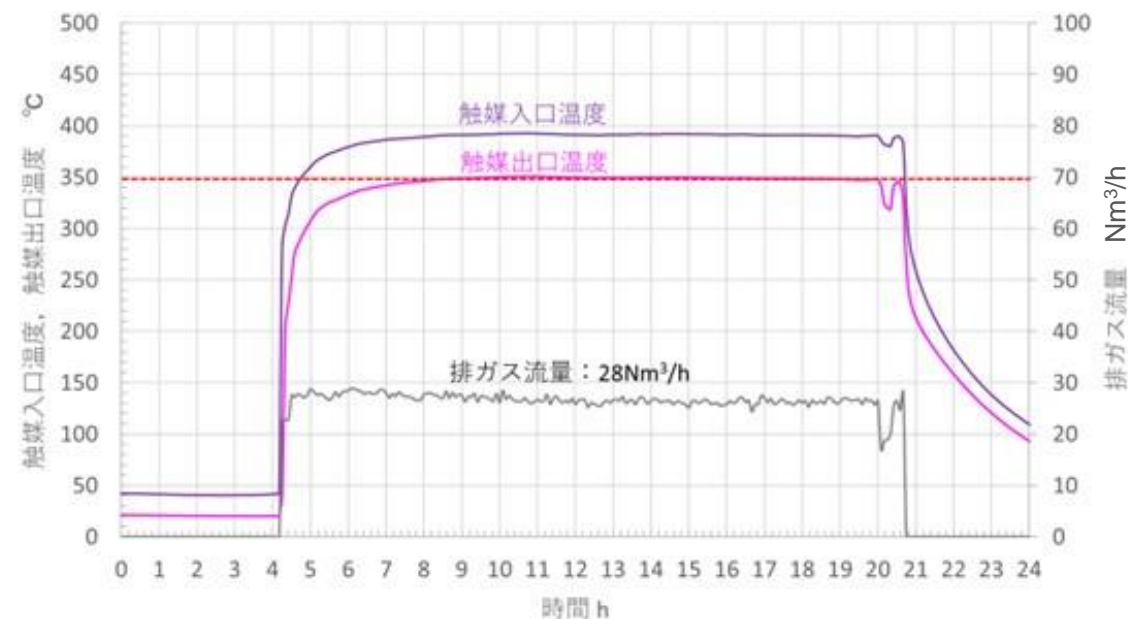


## 触媒耐久評価により陸上及び実船に投入する触媒と吸着剤を確定 更に耐久時間を延長し継続評価中

### 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

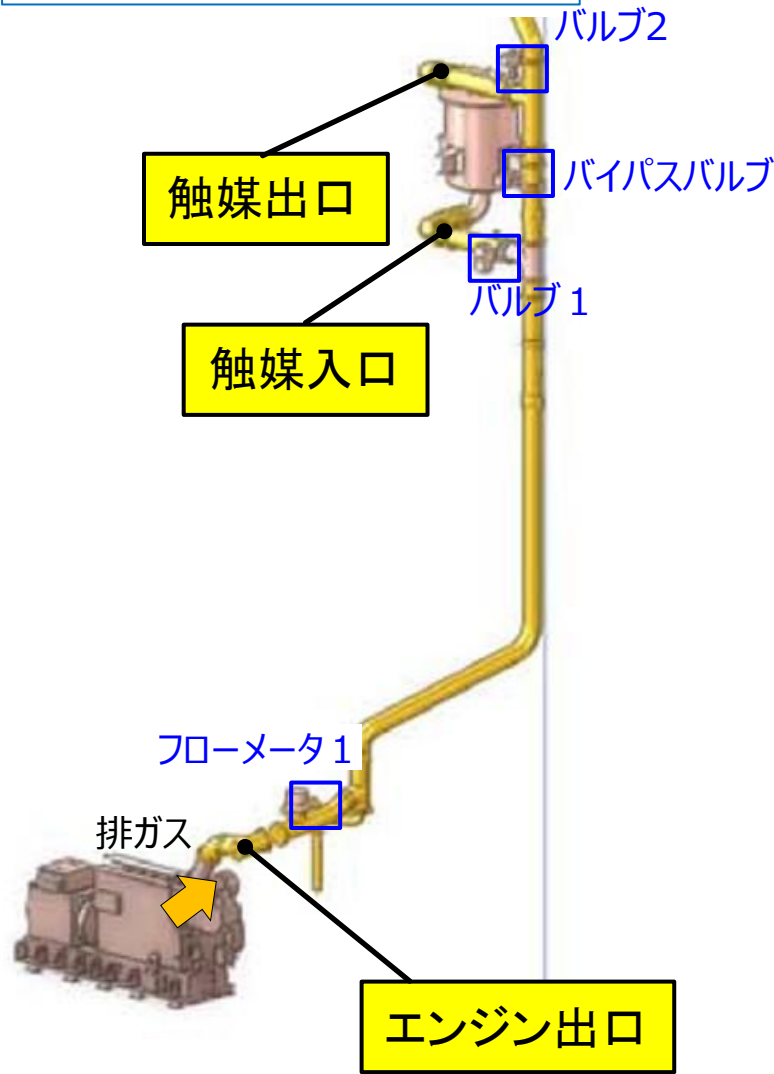
---

- ✓ 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

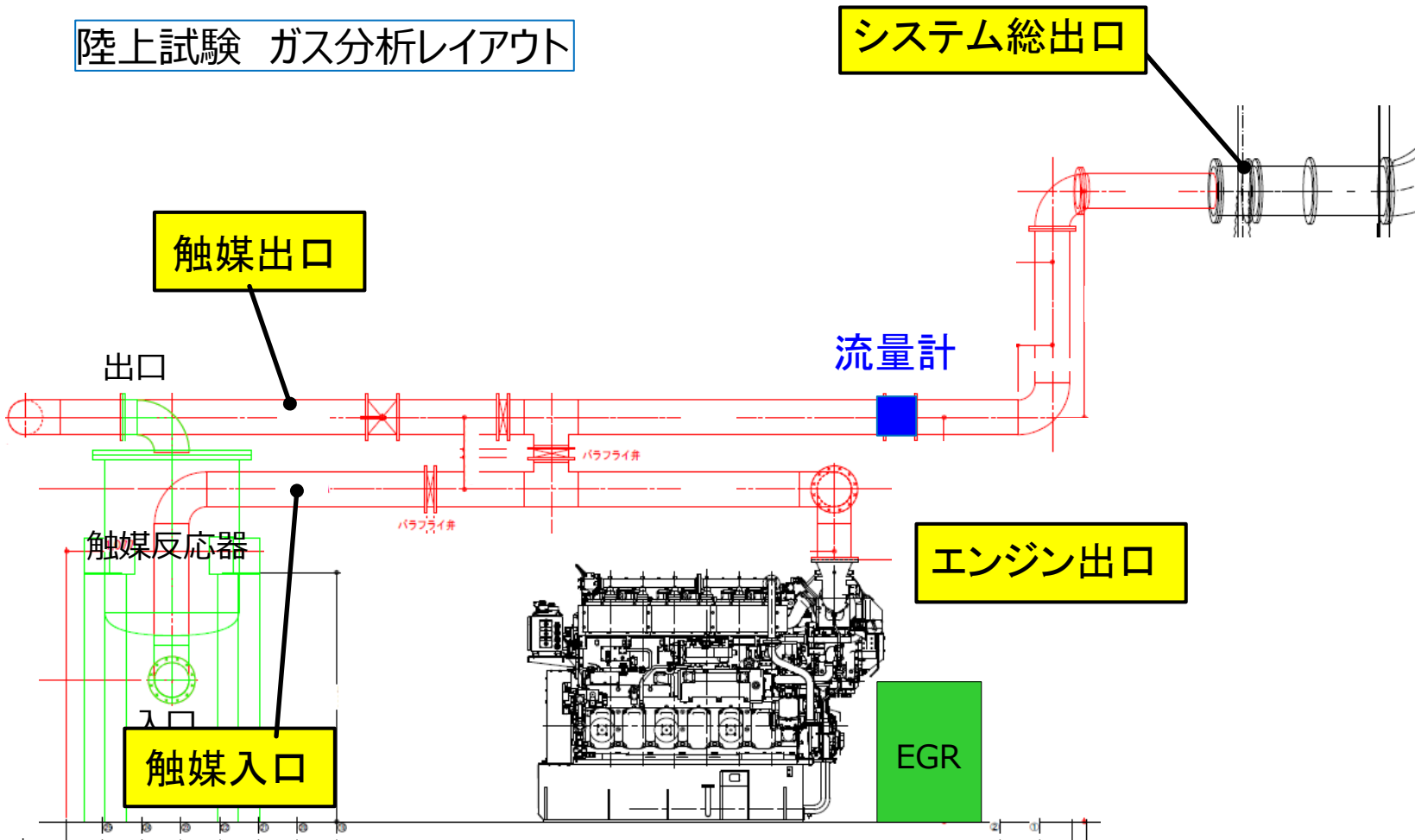
2. 多気筒試験機による評価

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



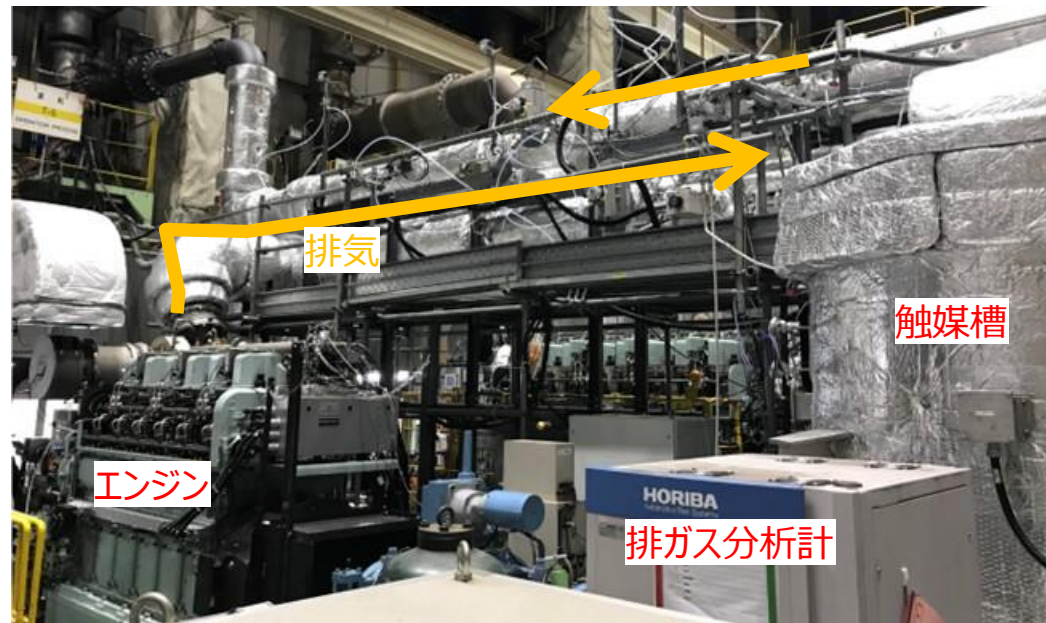
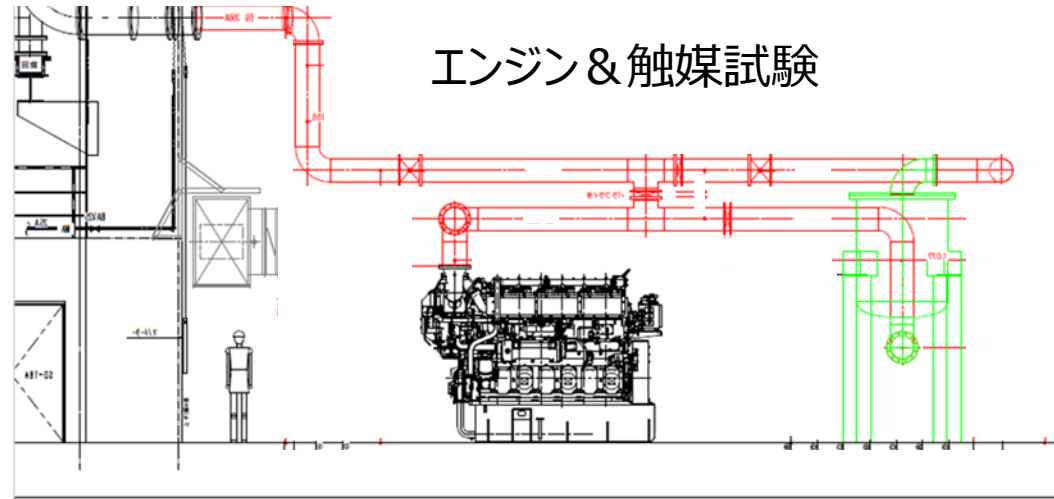
陸上試験 ガス分析レイアウト



## 2. 多気筒試験機による評価

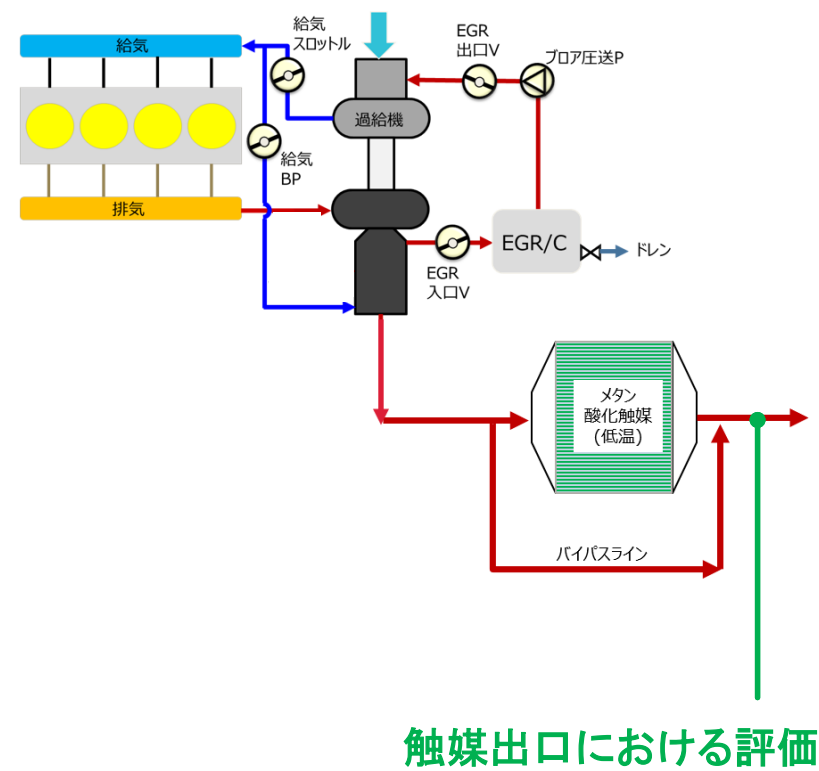
陸上ベンチに触媒槽を設置完了

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

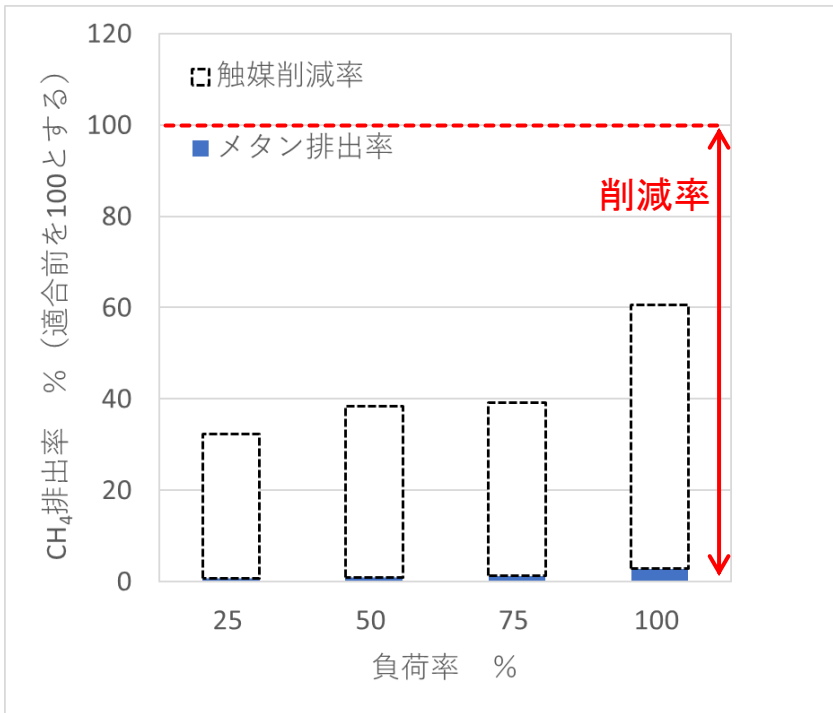


2. 多気筒試験機による評価

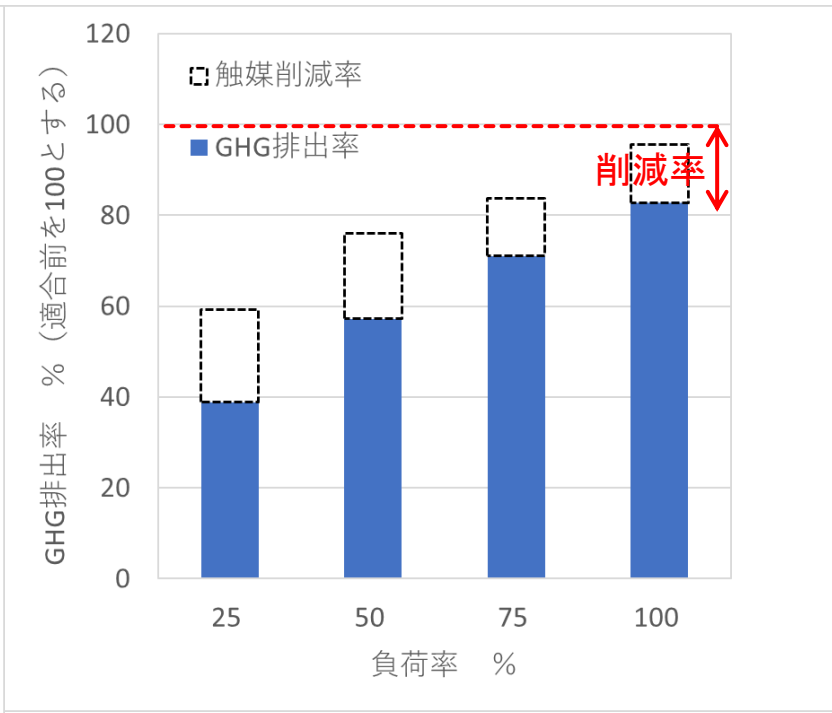
エンジン改良とメタン酸化触媒との組合せにより負荷域25～100%においてシステム出口で97～99%のCH<sub>4</sub>削減、GHG排出量20～65%削減を達成



【CH<sub>4</sub>排出率】



【GHG排出率】



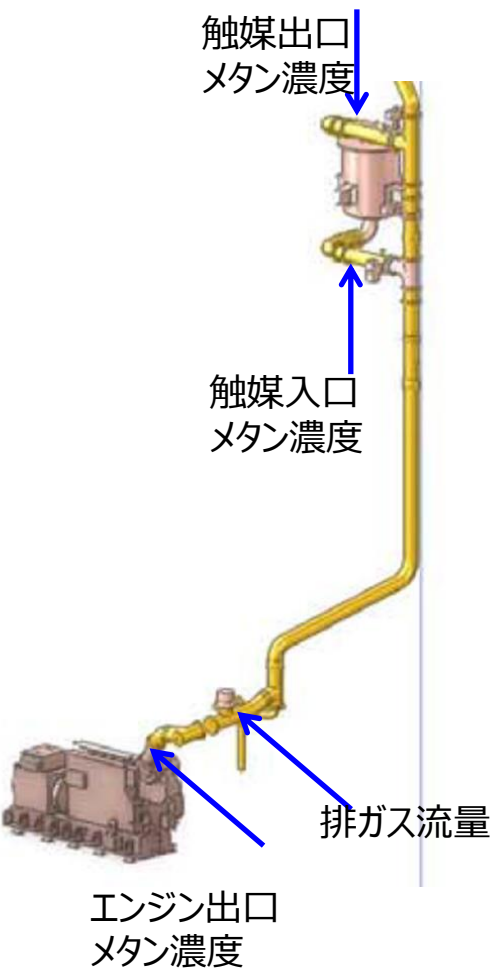
### 研究開発の目的

---

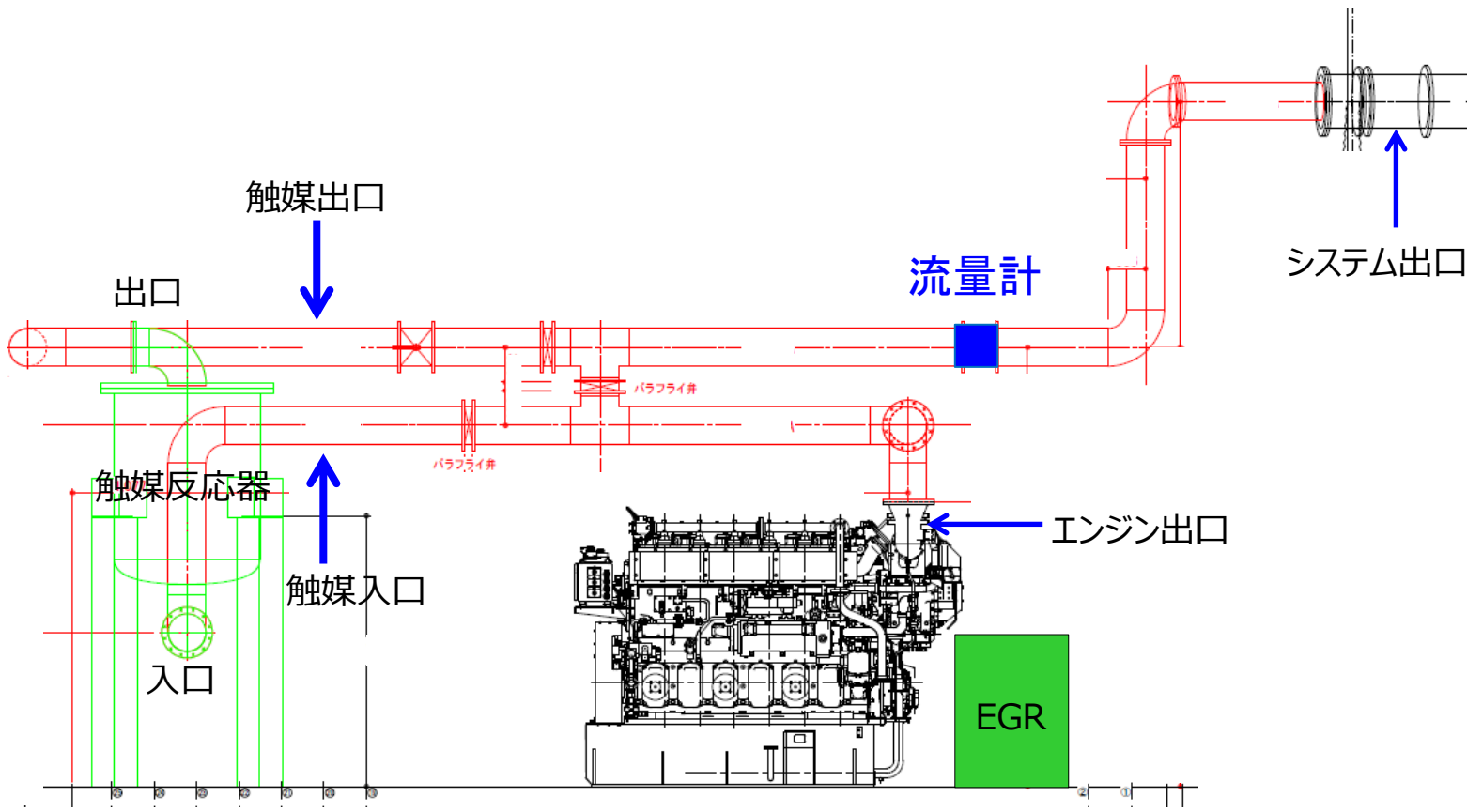
- ✓ 目的：触媒評価技術の確立
- ✓ 実施項目：触媒要素試験装置と多気筒試験機を用いた評価
  - 1. 触媒要素試験装置による評価
    - 触媒耐久試験装置の立上げ
  - 2. 多気筒試験機による評価
    - 船上計測 手法の検証

# 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】



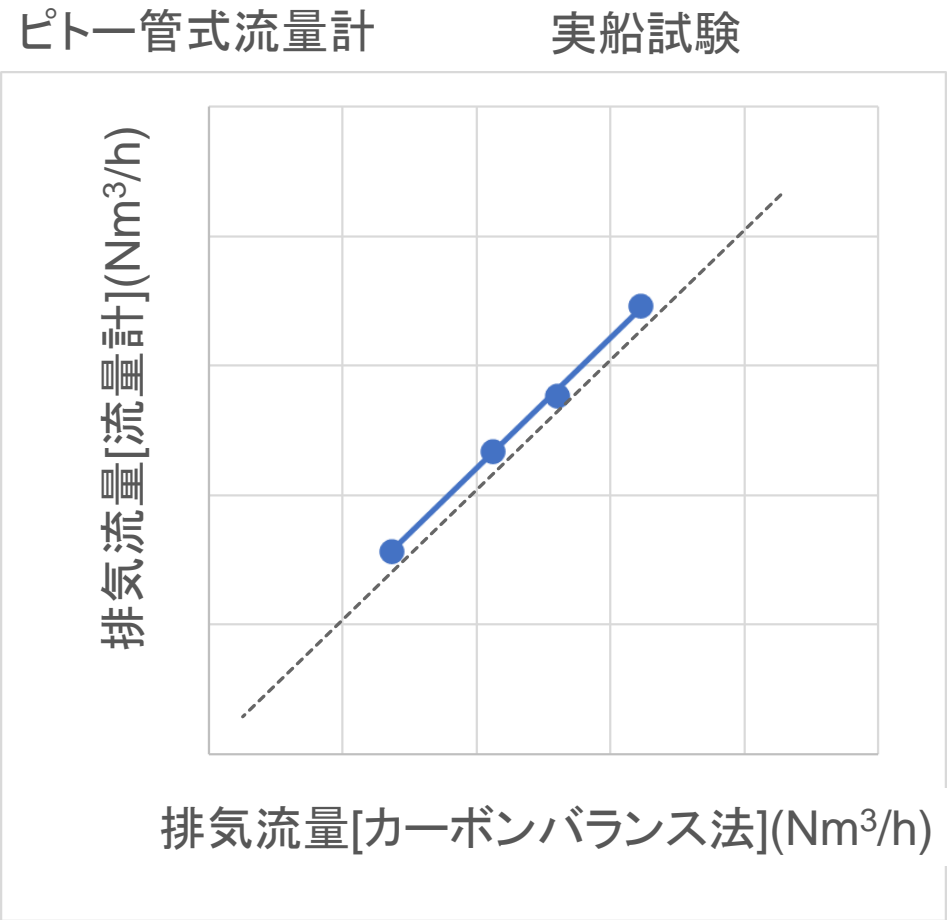
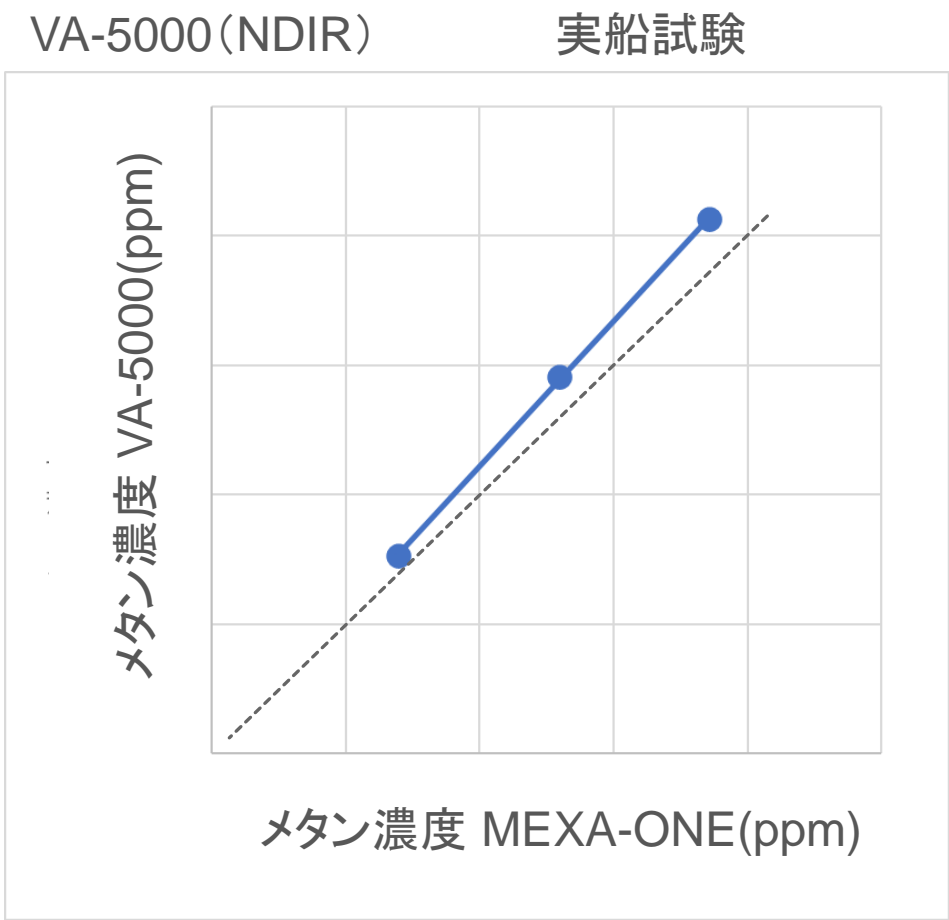
実船試験にて使用する排ガス分析計の分析精度検証を陸上試験にて実施

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.

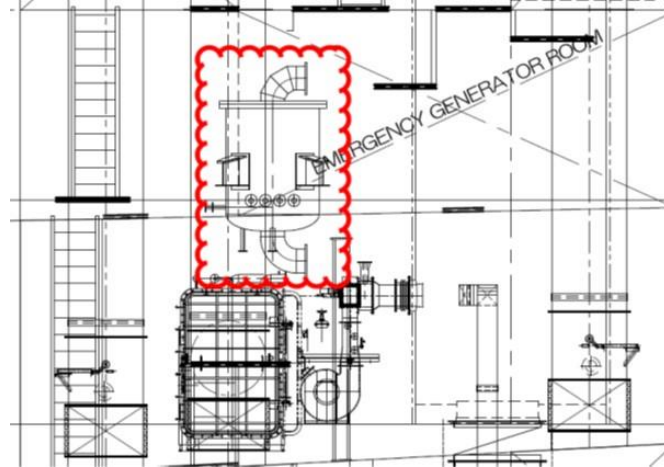


商船三井

## 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



**Hitz**  
Hitachi Zosen

**YANMAR**

**MOL** 商船三井

**Hitz**  
Hitachi Zosen

**YANMAR**

**MOL** 商船三井



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

**ClassNK**

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／（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



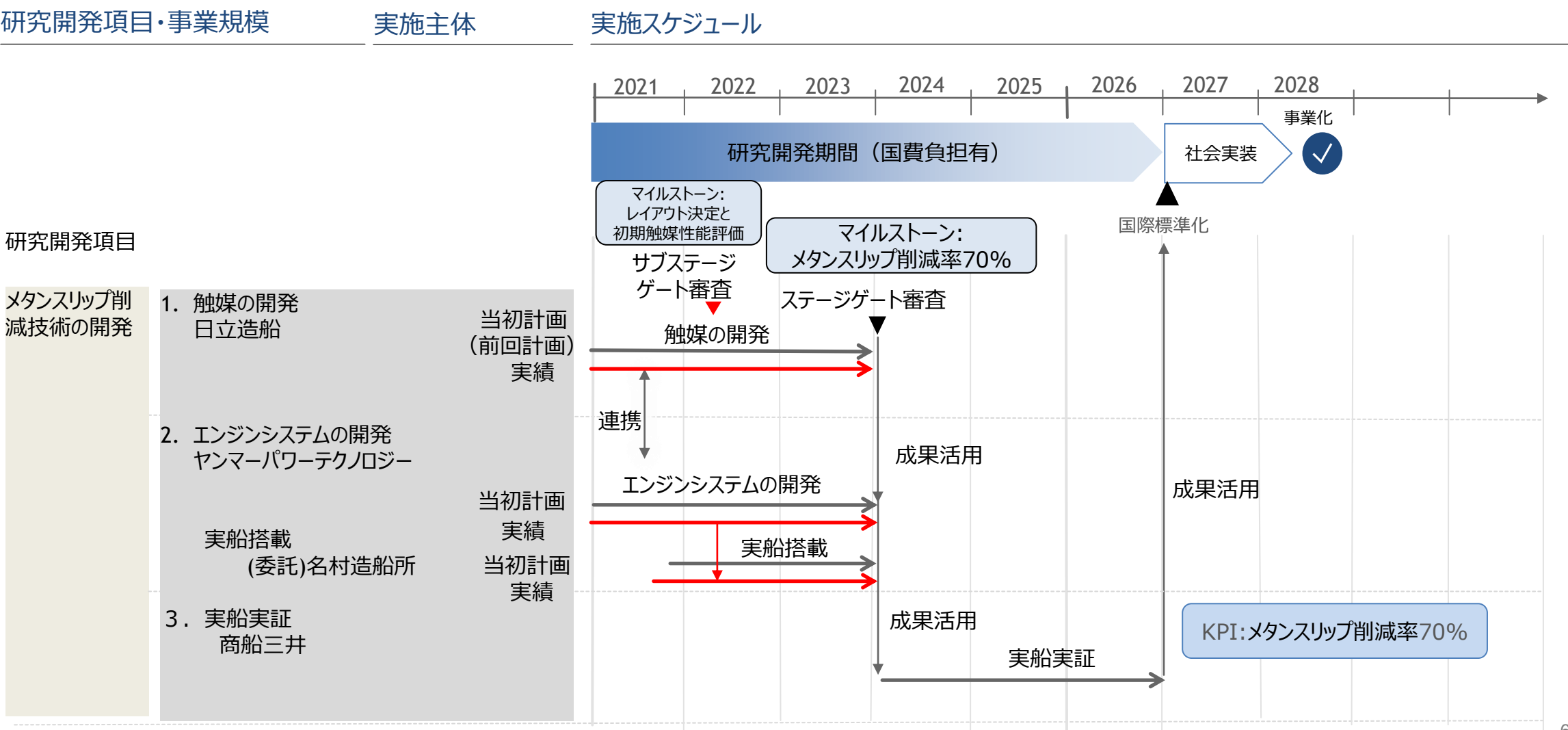
株式会社 名村造船所  
NAMURA SHIPBUILDING CO., LTD.



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

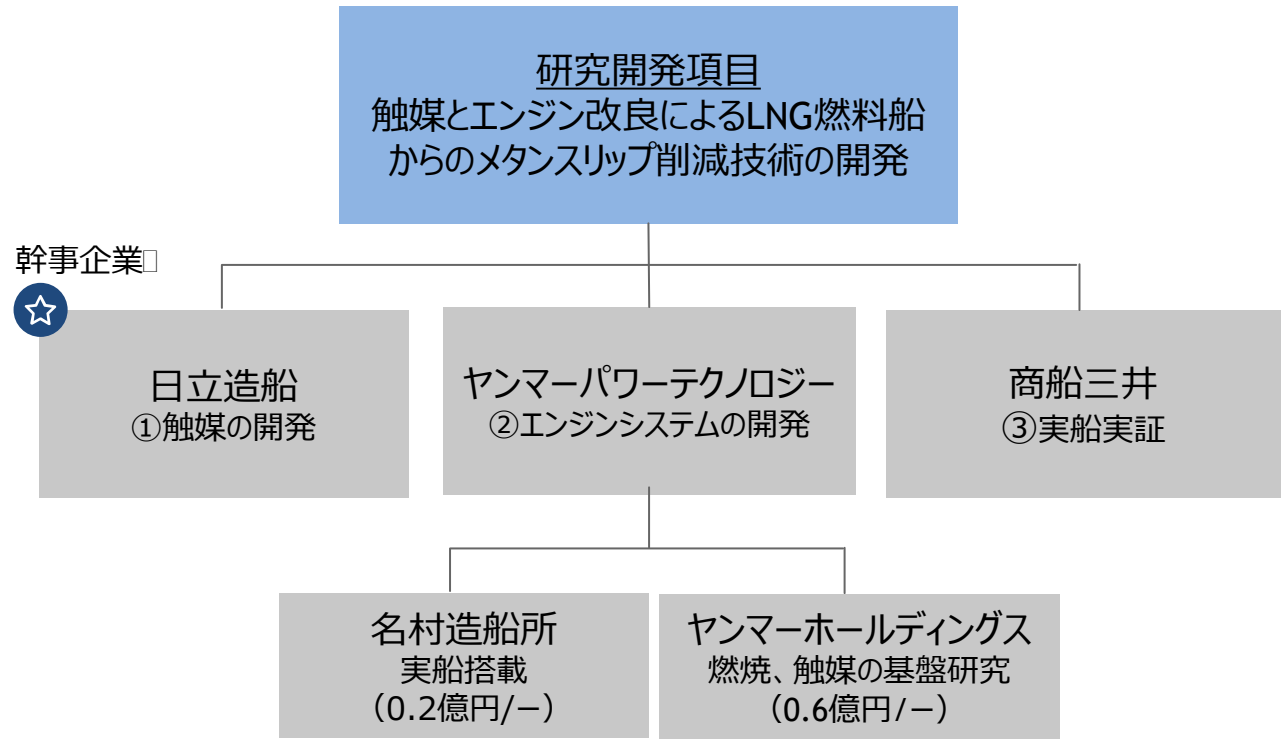


## 2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

### 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> <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>→</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>
	<div>2. エンジンシステムの開発</div> <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>→</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>
	<div>3. 実船実証</div> <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>→</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></div>

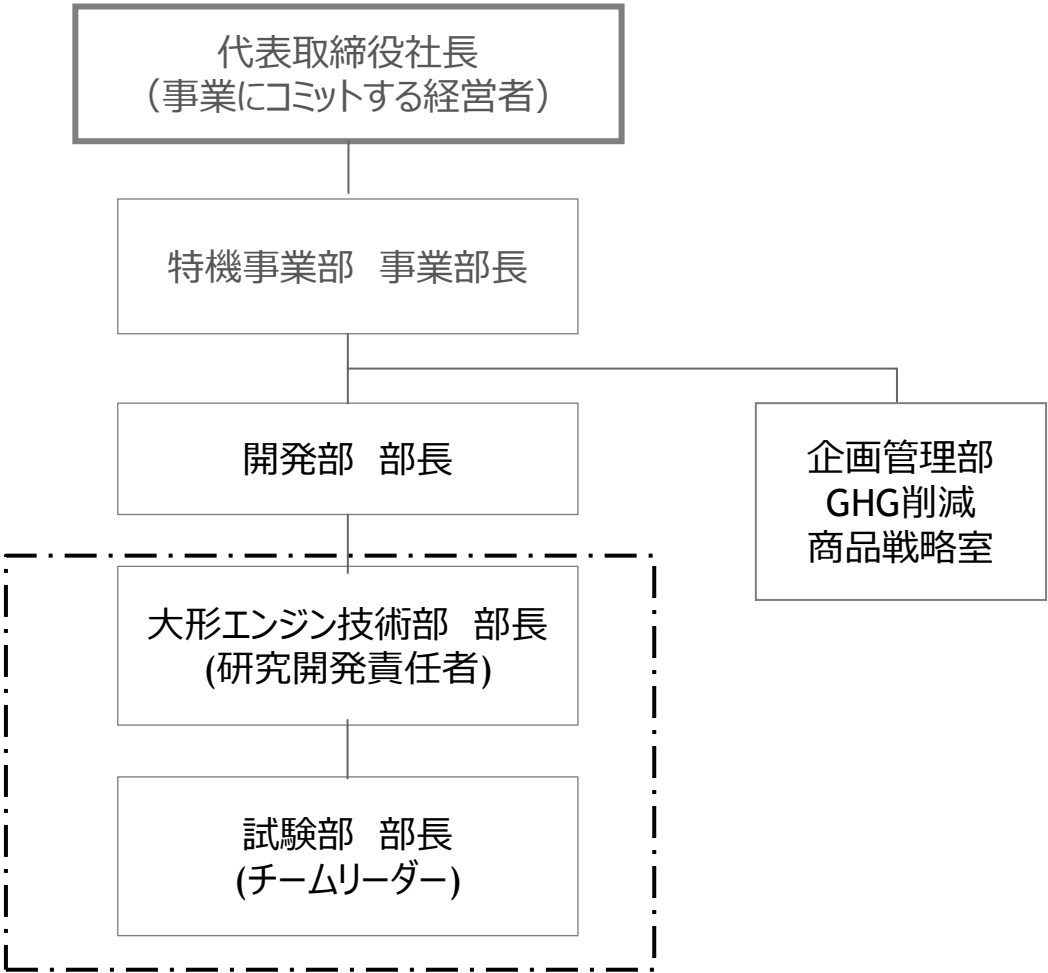
# 3. イノベーション推進体制

(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  
大形エンジン技術部部長：船用4ストロークディーゼル・DFエンジン、SCRの開発等の実績
- チームリーダー  
試験部部長：船用4ストロークディーゼル・DFエンジン、SCRの開発等の実績
- 担当チーム  
開発部
  - 大形エンジン技術部：エンジン設計を担当
  - 試験部：ベンチ、実船での評価を担当
  - アプリケーション技術部：実船搭載を担当
  - 先行技術部：触媒の開発を担当

#### GHG削減商品戦略室の設置

- メンバーには、開発・営業・知財・企画機能等から中堅を兼務で登用
- カーボンニュートラル・ゼロエミッション商品参入の実現に向けた、事業環境分析からの仮説設定と標準化戦略の立案・遂行

#### 部門間の連携方法

- 事業部内で月1回を目処に定期報告を実施
- PJチームによる定期ミーティング

### 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

## 経営者等による本事業への関与の方針

#### （1）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
  - 「A SUSTAINABLE FUTURE」をブランドステートメントに掲げ持続可能な社会の実現を目指し、脱炭素社会の実現に貢献すべく、ソリューション提案を継続推進。  
消化ガスを活用したバイオガス発電や、舶用水素燃料電池システムの実証試験を実施中。22年4月にはモジュール型バッテリーシステムを販売するELEO Technologies B.V.(本社：オランダ)を買収。  
「A SUSTAINABLE FUTURE –テクノロジーで、新しい豊かさへ。」というブランドステートメントを掲げ、「人間の豊かさ」と「自然の豊かさ」とを両立したものを「新しい豊かさ」と位置付けている。  
我々はお客様の課題を解決するとともに、未来に向けて人間と自然が共生するための社会的責任を担っている。この責任を果たすための指標の一つとして、ヤンマーは「グループ環境ビジョン2030」を掲げ、ホームページ上でも明示。2025年度に向けた中長期での5つの戦略課題の1つとして「循環する資源を元にした環境負荷フリー・GHGフリー企業への挑戦」を掲げ、「YANMAR GREEN CHALLENGE2050」を設定し、各事業・コーポレートでの対応を加速。
- 事業のモニタリング・管理
  - 事業運営・管理体制  
公的研究費を活用して実施する補助事業等の運営・管理を適正に行うため、最高管理責任者の下、補助事業統括、推進管理、事業推進、内部監査それぞれの責任者を設定。

- 経営層の指示  
経営層（最高管理責任者）への進捗報告、事業推進に関する監査を定期的実施する仕組みを社内規程として制定している。
- 社内外からの意見取り込み  
全体では、弊社グループ内の研究部門の他、大学や社外の協力会社等より、幅広い意見を取り入れられる体制とし、事業を推進する。

#### （2）経営者等の評価・報酬への反映

- 2021年度YPT特機事業中期ローリングにおける重点戦略テーマの1テーマとして「カーボンニュートラル拡大に向けた多燃料パワーソース獲得」を設定。中期事業戦略でのローリング、2022年度YPT特機事業部方針の重点課題としての設定し、月例会議にて進捗を報告・管理。  
2023年度もYPT特機事業方針の「多燃料パワーソース対応」項目において「メタンスリップ削減エンジンシステム開発」を掲げ、商品化を重点フォロー。事業方針の達成度は事業部の評価項目となっており、事業の進捗状況が事業部長の評価に反映される仕組みとなっている。

#### （3）事業の継続性確保の取組

- 2021年度に引き続き、2022年度、2023年度YPT特機事業中期ローリングにおける重点戦略テーマに位置づけをした上で、機能別戦略として具体的なアクションプランを作成。作成された資料は中期関連資料として、関連部門長で共有済み。  
事業部長の引継ぎ用資料の一項目として中期事業戦略は扱われるため、着実に引継ぎが実施される体制を担保している。

### 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

## 経営戦略の中核にGHG削減事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

#### （１）取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - 2021年度ヤンマーグループ中期戦略立案方針において、長期的に目指す姿の一つとして「循環する資源を元にした環境負荷フリー・GHGフリーの企業になる」が掲げられ、グループとして脱炭素戦略を作成。
- 経営戦略への位置づけ、事業戦略・事業計画の決議・変更
  - YPT特機事業として、カーボンニュートラル実現に向けた商品ロードマップ、研究開発費投資計画を策定。  
毎年の中期ローリングにてリバイスを継続実施中。  
毎月開催の事業部内執行会議において、重点課題として計画の進捗を継続フォロー中。
- コーポレートガバナンスとの関連付け
  - YHDの中期戦略レビューで、上申・決議を行い(グループ戦略会議で議論)承認済み。2023年度も中期事業戦略ローリングを実施し、YHDグループ戦略会議にてローリング内容を承認済。
  - YHD主催の月次事業報告会にて、重点課題であるカーボンニュートラルへの対応進捗の報告を実施中。

#### （２）ステークホルダーとの対話、情報開示

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
  - 現在策定中のグループ全体を包括する脱炭素戦略の中でグループ水素戦略を立案済み。取り組みを加速。
  - ヤンマーグループのブランドステートメント「A SUSTAINABLE FUTURE」の実現に向けた取り組みとして、CSR報告書等により適宜推進事項を開示中。
  - GI基金採択はプレスリリースにて公表済み。(2021年10月26・27日)
- 企業価値向上とステークホルダーとの対話
  - 非上場であるため、投資家への説明予定はないが、金融機関等のステークホルダーに対しては説明を実施。  
(2022年株式会社日本政策投資銀行のDBJ環境格付けにおいて“最高ランクA”を取得済) Aランク格付けは17年連続
  - 定期的に行っている取引先への事業状況説明の場で大きな方向性については、説明を継続実施中。



### 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

## 機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

#### 経営資源の投入方針

- 全社事業ポートフォリオにおける本事業への人材・設備・資金の投入方針
  - 現在の開発部員からDFエンジンや触媒の知見を持つメンバーを選抜
  - LNGエンジンの増産に向けて生産設備増強を実施
  - 短期的な経営指標に左右されず、資源投入を継続する
  - 国費以外にも研究開発投資・設備投資等に自社で資金投入を実施  
※「資金計画」シート参照
- 機動的な経営資源投入、実施体制の柔軟性確保
  - 事業の進捗状況や事業環境の変化を踏まえ、必要に応じて、開発体制や手法等の見直し、追加的なリソース投入等を行う準備・体制（現場への権限委譲等）を準備する
  - 目標達成に必要であれば、躊躇なく大学等の研究機関を活用する
  - 顧客である運航会社・造船所と共同でプロジェクトを推進することにより、開発状況を定期的に確認する。

#### 専門部署の設置

- 専門部署の設置
  - 開発部として重点テーマとして取組み専門部署は設置しない
  - 事業環境の変化に合わせて、産業アーキテクチャや自社のビジネスモデルを不断に検証する体制を構築する
  - GHG削減商品戦略室の設置  
2022年9月に標準化戦略の立案・推進を任務とする部門を設置  
各機能の中堅・若手社員が現業と兼務する形で編成し、育成機会を提供
- 若手人材の育成
  - 中堅・若手社員を中心に開発チームを結成し、育成機会を提供
  - 今回のプロジェクトを通じて、触媒メーカー、造船所、船社とのコラボレーションの機会を活用し、社外技術者との交流の場を設け、視野を広げる

## 4. その他

## 4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、下記等の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

- 開発目標未達による遅延のリスク
  - 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