

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

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

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）

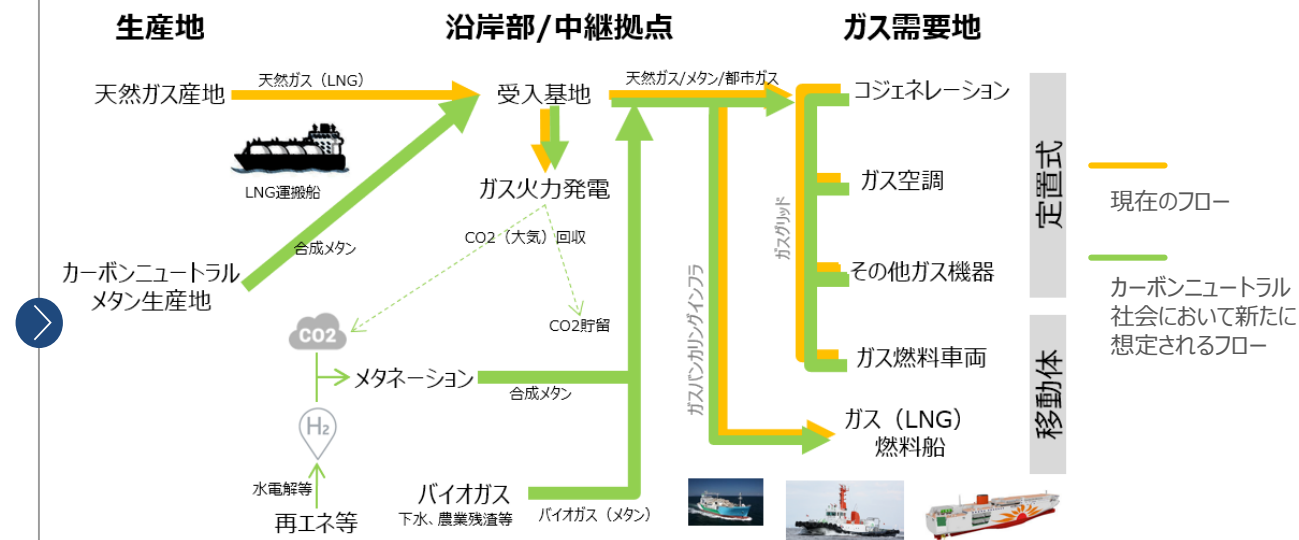
- IMO GHG strategy（'18年設定）
- IMO 既存船燃費性能規制や燃費格付け制度の施行（'23年から）
- EU ETS対象拡大や国際海事研究開発基金(IMRF)設立の動き
- IMOでの未燃メタン排出（メタンスリップ）削減に対する議論の高まり（LNG主成分のメタンは温室効果がCO2の約25倍とされ問題視）

（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）

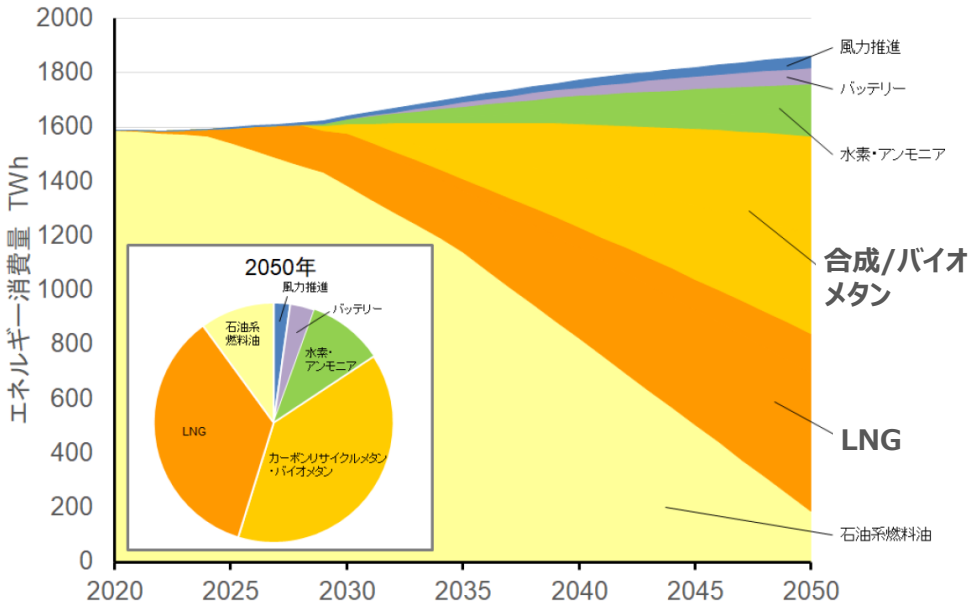
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

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・アンモニアに対して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（'50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	

主なターゲット

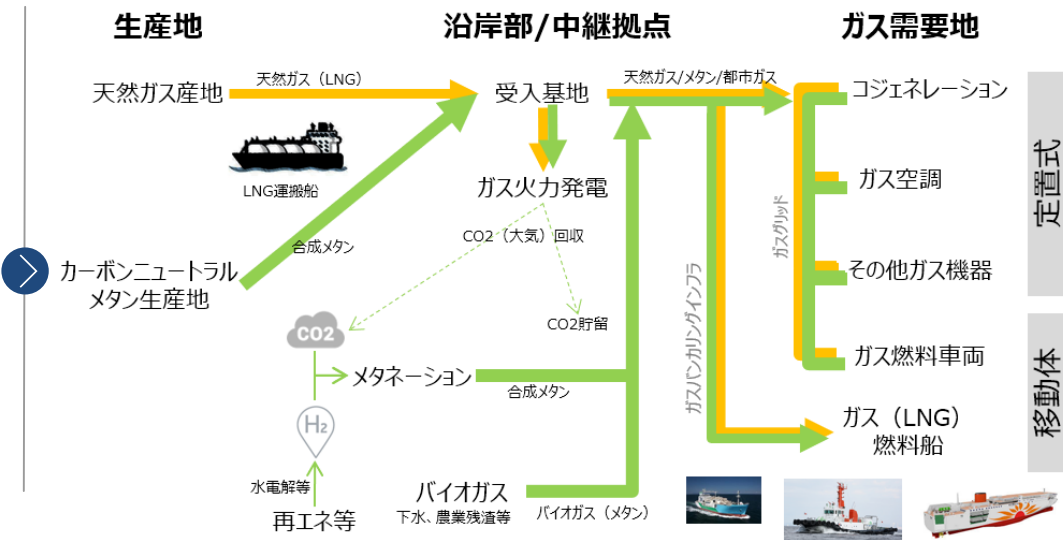
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

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

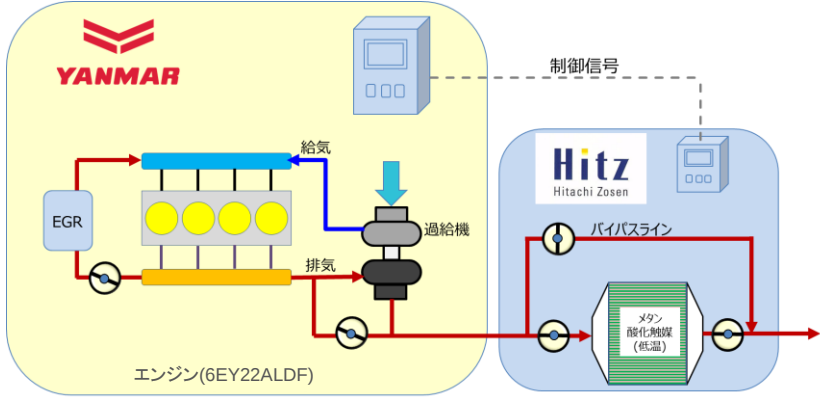
- 船用機関からのメタンスリップ削減
～2026:実船実証完了
- NOx , SOx規制満足維持

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。



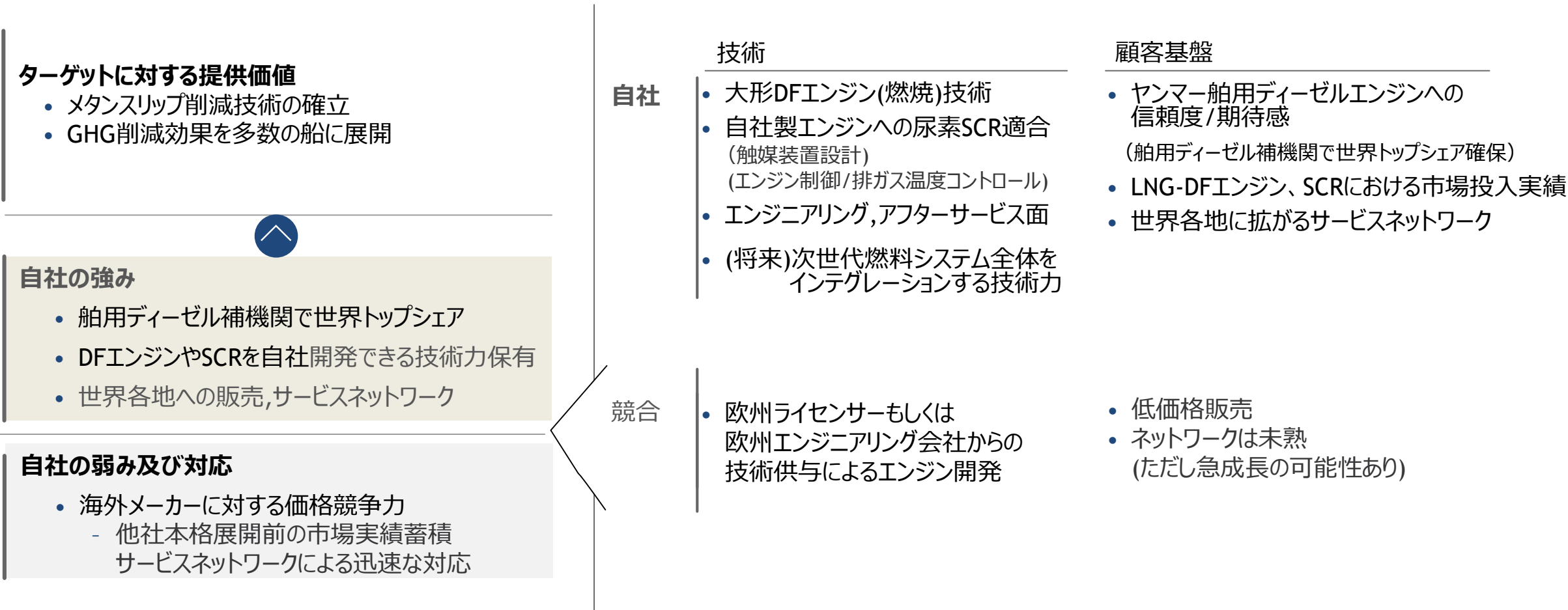
機関型式	6EY22ALDF
定格出力[kW]	800
定格回転数[min^{-1}]	900
シリンダー数	6
シリンダー径 x 工程[mm]	$\Phi 220 \times 320$
用途	舶用補機関

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）

他社に対する比較優位性



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 ※	11.3億円（本事業の支援期間）						商品ラインナップ拡充		
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	- 積極的な知的財産権取得 - 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 - 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	LNGエンジンの生産のため、設備投資を計画	環境規制強化に対応した販売
国際競争上の優位性	▼ - ユーザー視点に立ったシステム開発 - 国際ルール制定参画によるルールの先取り市場展開	▼ 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	▼ 早期開発による市場展開加速とシェア拡大

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、10.6億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

年度→	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	～	2034	2035
事業全体の 資金需要	約16.6億円						社会実装に向けて 商品ラインナップ拡充のための 投資を継続する					
うち研究開発 投資	約11.3億円											
国費負担 (補助)	約6.0億円											
自己負担	約10.6億円											

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	アウトプット目標		
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800kW	2026年までにLNG燃料船のメタンスリップ削減率70%以上		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
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	メタンスリップ 削減率 70%	● 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CO₂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 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			
3 <ステージゲートクリア後> 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			

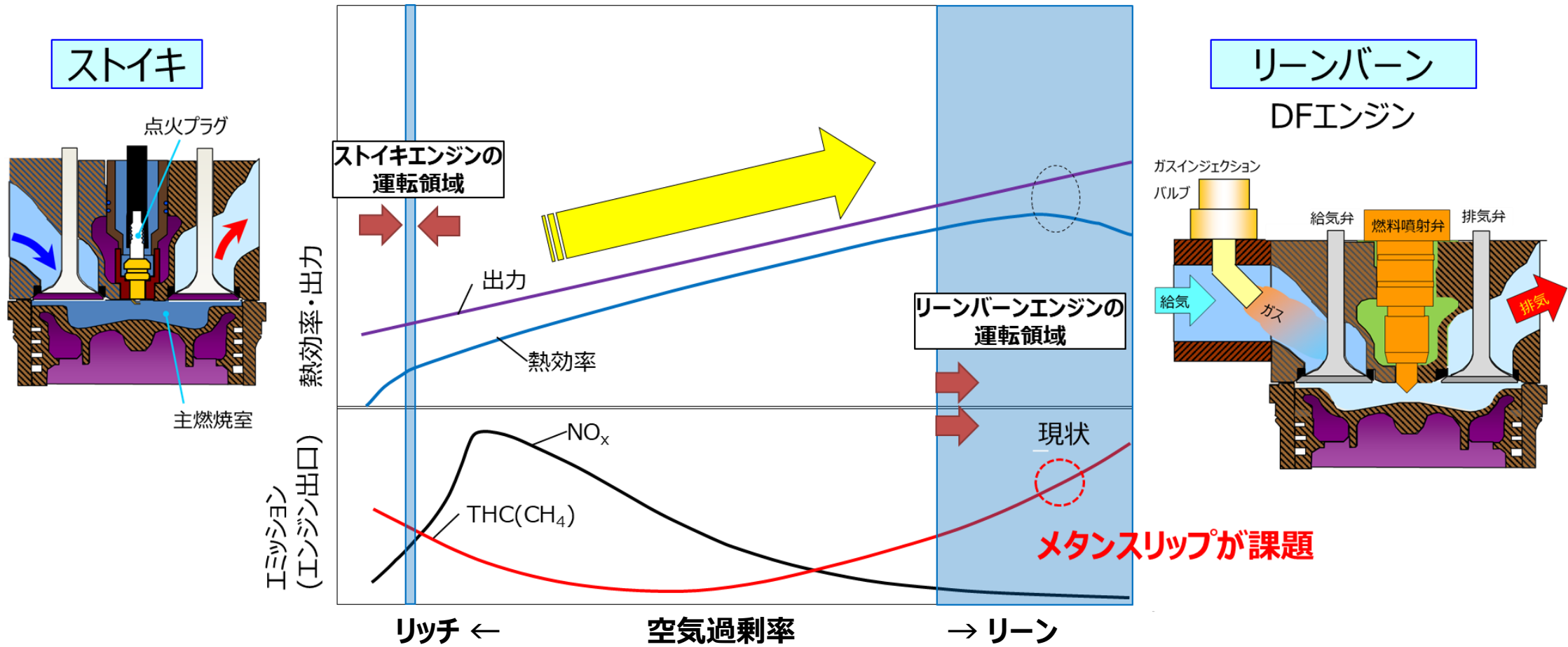
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 触媒の開発 [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	メタンスリップ 削減率 70%	実験による概念実証（TRL3） 模擬ガスでのメタン酸化率を確認	商業化前の実証（TRL7） メタンスリップ削減率70%をエンジン排ガスにて確認	- 触媒組成、製法検討による性能向上 - 方式①触媒組成の最適化 - 方式②触媒製法の最適化 - 方式③排ガスでの触媒評価から課題抽出、改善	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] - 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		実験による概念実証（TRL3） 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		- メタンスリップ削減 - 方式①メタン酸化触媒との協調制御 - 方式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	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 <ステージゲートクリア後> 実船実証 [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		実験による概念実証（TRL3） 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	商業規模の実証（TRL8） 長期運用手法の確立	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	90% 上記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：これまでのガスエンジン開発の歩み

高出力、高熱効率、低NOx化のためストイキからリーンバーンへ移行してきた



※THC:Total Hydrocarbon 全炭化水素
その大部分がメタンでありメタンスリップを
簡易的に見るための指標

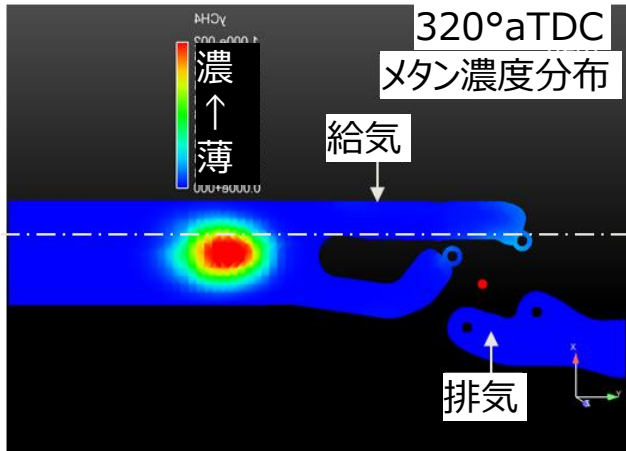
内燃機関の空気過剰率とエミッション、熱効率、出力の関係

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：メタンスリップの生成要因について

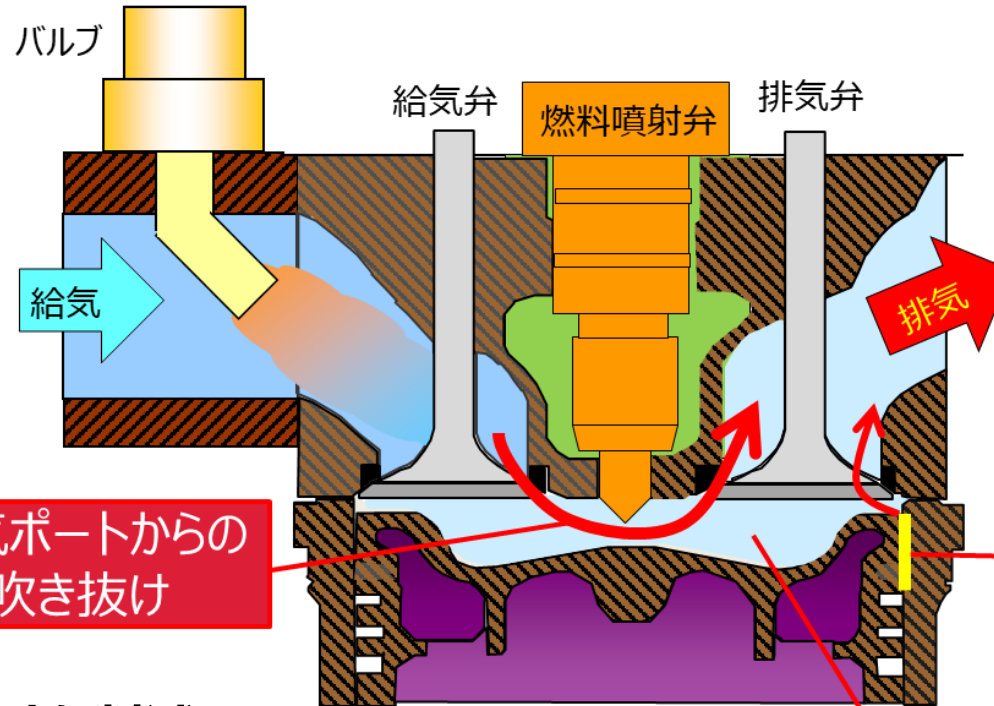
革新的なメタンスリップ削減技術の開発が必要

- メタンスリップは給気ポートからの燃料吹き抜けや、燃焼室のピストンとライナー壁面との隙間であるクレビスボリュームに残存した燃料により生成する。
- メタンスリップ削減技術を確立も現状のリーンバーンをベースとしたエンジン本体では、限界にきている。

オーバーラップ前におけるメタンの分布



ガスインジェクション
バルブ

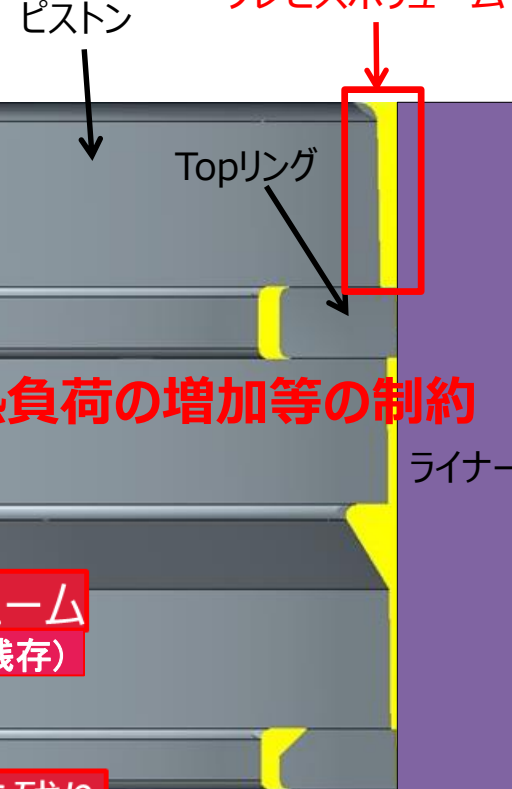


給気ポートからの
吹き抜け

クレビスボリューム
(燃料メタンが残存)

燃焼室における燃え残り

クレビスボリューム



熱負荷の増加等の制約

燃料ガス噴射時期最適化
バルブオーバーラップ最適化により削減

内燃機関の燃焼室におけるメタンスリップの生成

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：触媒によるメタンスリップ削減の課題

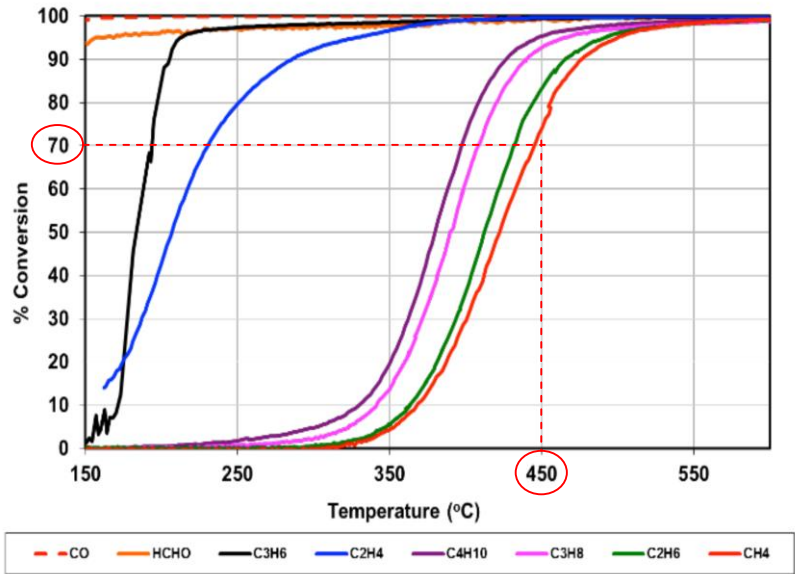
触媒の課題：温度と耐久性

メタン酸化触媒の課題は大きく下記の2つで、現状、舶用へ適用可能な実用的な触媒システムは存在しない。

- ① 低温での触媒性能
既存触媒は、70%のメタン酸化率を出すのに
450℃以上が必要

反応条件

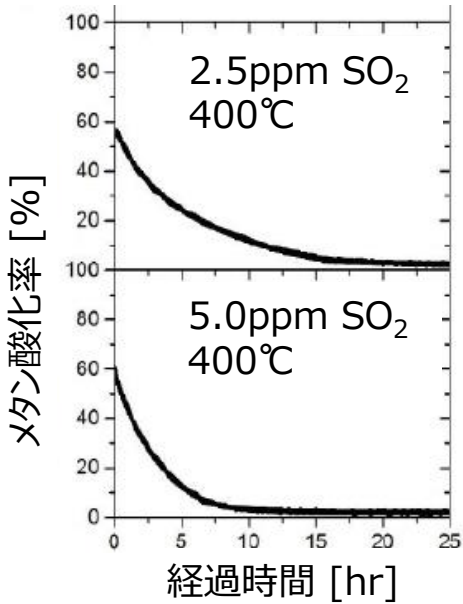
O ₂	11.0%
Hydrocarbom as C ₁	1120ppm
CO	800ppm
CO ₂	10.0%
H ₂ O	10.0%
N ₂	Balance



温度とメタン酸化率

(出典：CIMAC2019 paper 398(2019.6.10-14))

- ② 触媒の耐久性
硫黄共存下での触媒劣化が起こる



触媒によるメタン酸化率の経時変化

(出典：Methane Emissions Control, Raj et.al.,
Johnson Matthey Technol. Rev., 2016, 60, (4), 228-235)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：新規性、他技術に対する優位性

メタンスリップ削減率

- 触媒以外の技術として、エンジンの排ガス循環の技術単独では、メタンスリップの削減は50%以下にとどまる
- 過給機出口の排ガス温度(450℃未満)でもメタン酸化の能力を持つ新たな触媒を開発する。新たな触媒はメタンスリップ削減率70%を目標とし、その目標を達成することで他技術に対して優位性がある
- 触媒とエンジンの協調制御により、世界に先駆けて船用市場での耐久性を有し、社会実装可能なメタンスリップ削減技術を確立する

表：メタンスリップ削減の既存技術

既存の対策技術	内容	メタンスリップ削減率
触媒	貴金属触媒 ¹⁾	• 450℃で70%
	卑金属触媒 ²⁾	• 500℃以上の温度が必要 500℃で60% • NOxがCH ₄ の等モル以上必要
排ガス循環	2ストロークエンジンの技術 ³⁾	• 30-50%

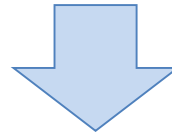
1) 出典：CIMAC2019 paper 398(2019.6.10-14)
2) 出典：STATUSTAGUNG MARITIME TECHNOLOGIENTAGUNGSBAND DER STATUSTAGUNG 2019
2) 出典：日本海事新聞ニュース(2020.6.23)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：取組の方向性

触媒とエンジンの両方の技術開発によるメタンスリップ削減



触媒メーカー、エンジンメーカー単独では
技術確立は不可能



触媒メーカー、エンジンメーカーとのコラボレーションにより
お互いの技術を補完する革新的なメタンスリップ削減技
術を確立する



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：取組の方向性

メタンスリップ削減技術の構築

- メタン酸化触媒の課題に対し、エンジン側(ヤンマー)および、触媒側(日立造船)の両方向より取組む
- 過給機出口の排ガス温度(450℃未満)でも対応可能なメタンスリップ削減技術を構築する

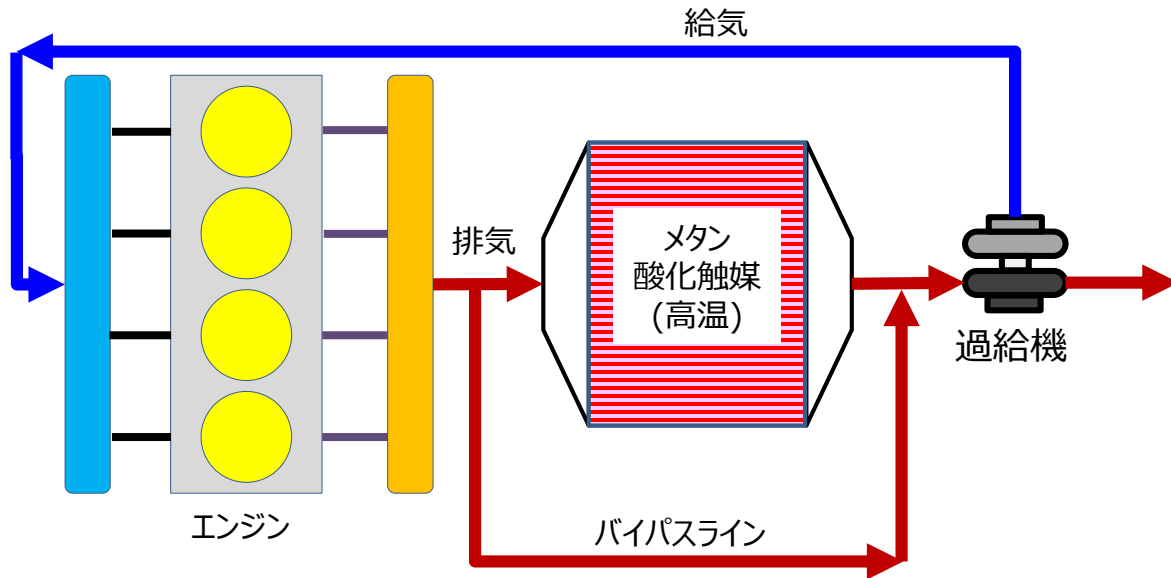
	① 温度に対する取組み	② 耐久性に対する取組み
	燃焼技術：エンジン出口のメタンスリップ削減 システムのレイアウト検証 燃焼制御	触媒のエンジニアリング 運航中の触媒再生 触媒の再生方法 硫黄、潤滑油のトラップ
	新たな触媒の開発 触媒製造方法の開発 触媒技術：エンジン排ガス温度でのメタン酸化、耐久性向上	

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：独自性(過給機技術)

システムのレイアウト検証：エンジンとメタン酸化触媒の組合せ

過給機入口、出口のどちらのレイアウトにも課題があり、これらを同時に解決し
船用の用途に耐えるメタンスリップ削減システムの開発が必要

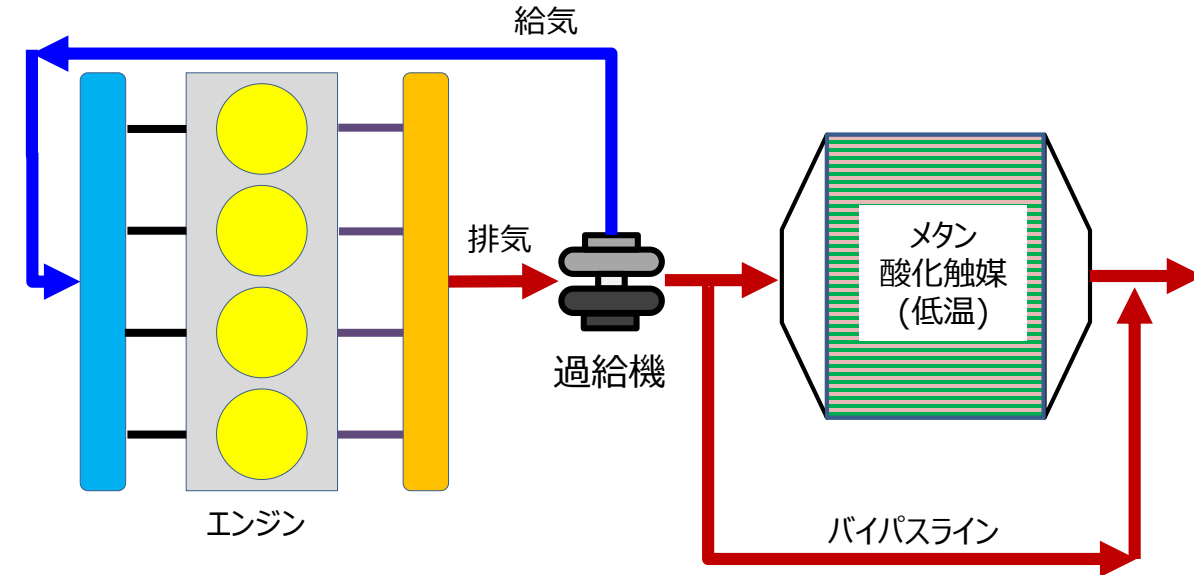
過給機入口配置



[課題]

- ・エンジンレイアウト(触媒の設置場所)
- ・過渡応答性の悪化

過給機出口配置



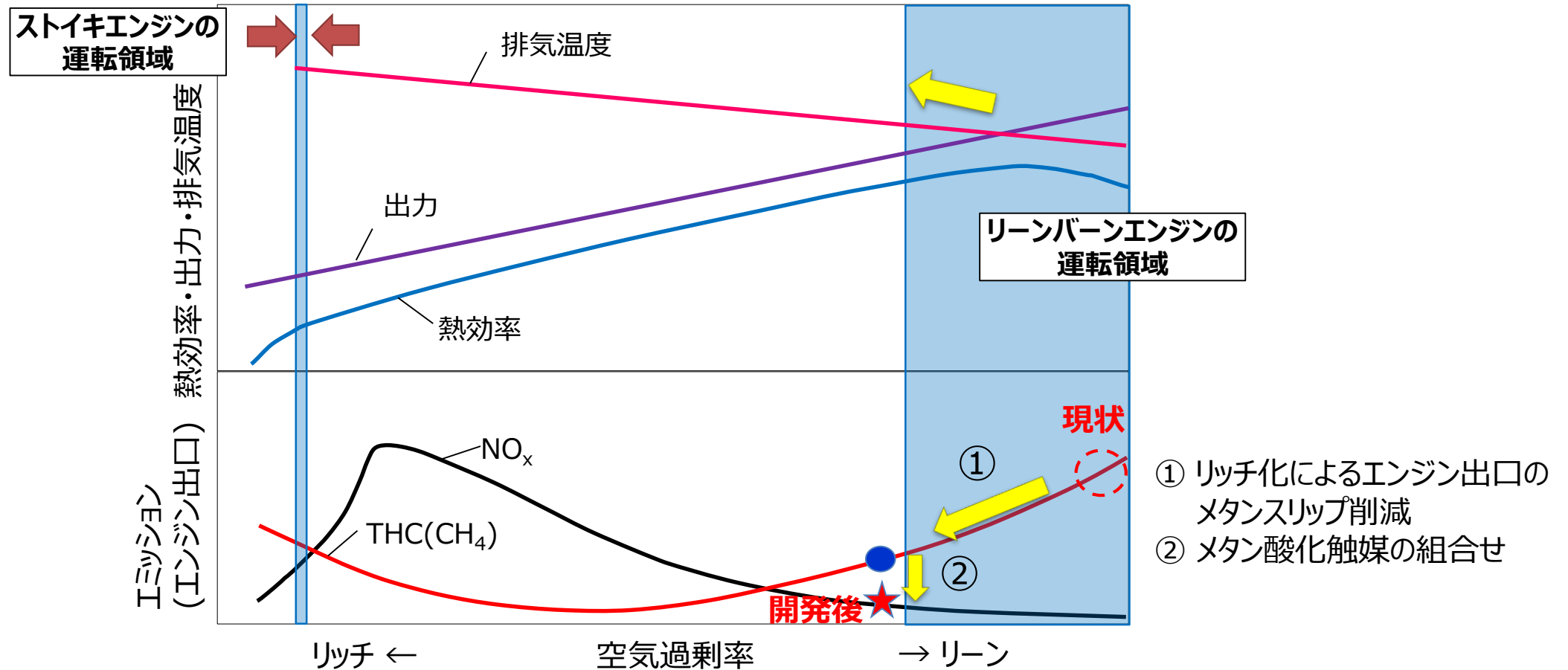
[課題]

- ・排気温度の昇温
- ・低温用メタン酸化触媒の開発

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：独自性(燃焼技術)

燃焼制御：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

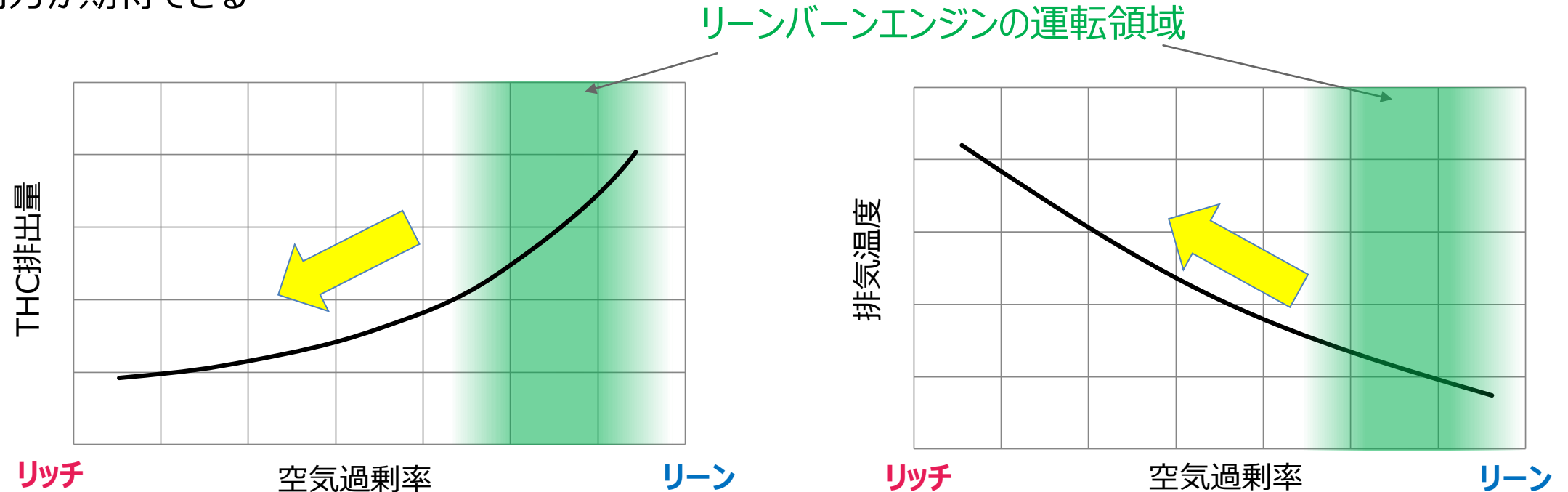


内燃機関の空気過剰率とエミッション、熱効率、出力の関係

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：独自性(燃焼技術)

燃焼制御：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

空気過剰率を現行のリーンバーンからリッチ化することで、燃焼温度上昇によるメタンスリップの削減と排気温度上昇の両方が期待できる



空気過剰率がTHC排出量(≒メタンスリップ)ならびに排気温度に及ぼす影響

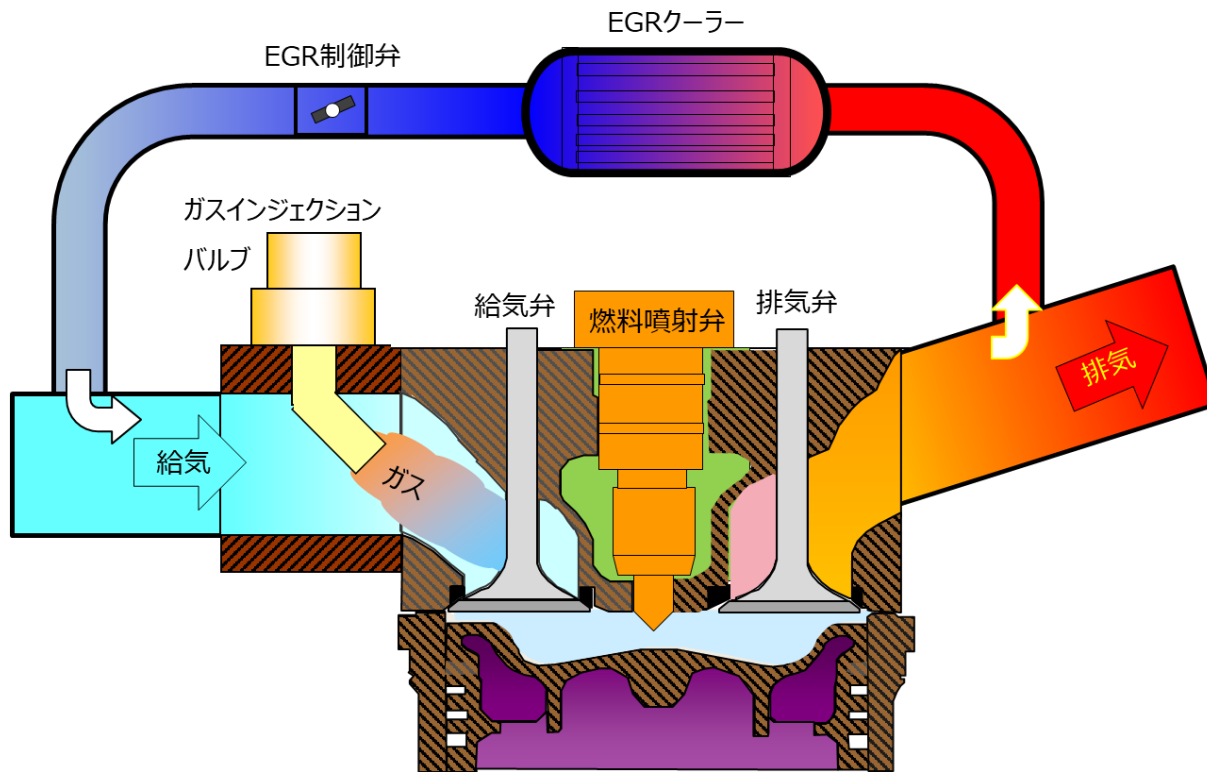
課題：燃焼温度の上昇により発生する異常燃焼(ノッキング)の抑制とNO_x排出量の削減

※THC: Total Hydrocarbon 全炭化水素・・・その大部分がメタンでありメタンスリップを簡易的に見るための指標

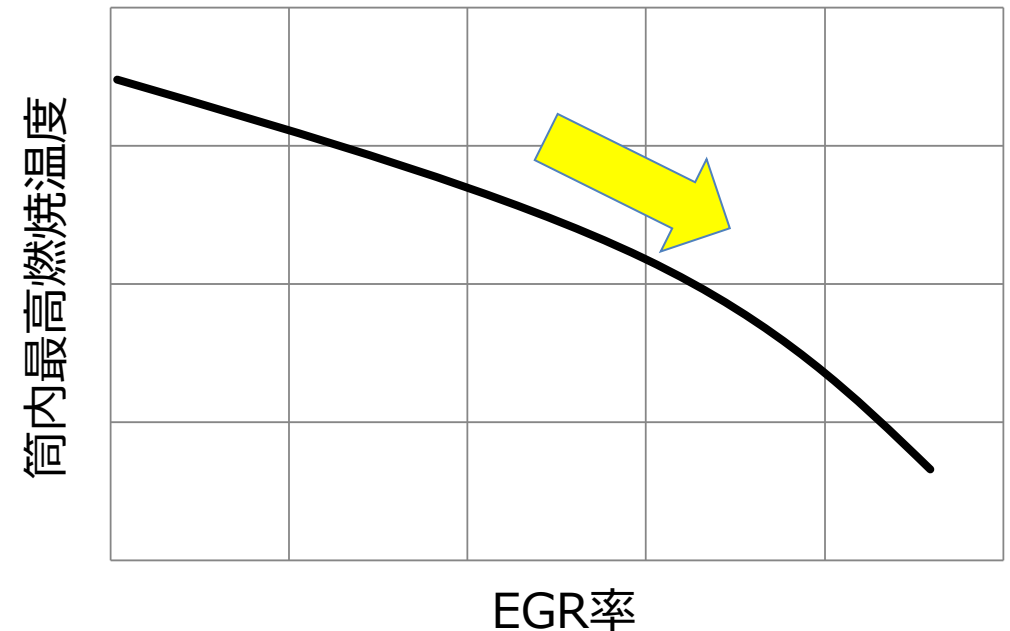
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：独自性(燃焼技術)

燃焼制御：空気過剰率のリッチ化に対する課題(ノッキング・ NO_x) は、EGR技術の投入を計画

EGRにより燃焼温度を低減し、ノッキングと NO_x 増加を抑制する。 さらにEGR技術では未燃成分の還流-再燃焼によるエンジン出口でのメタンスリップ削減効果も期待できる



EGR装置概要

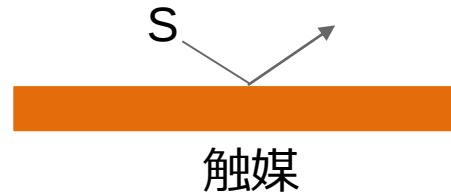


EGRによる燃焼温度削減効果

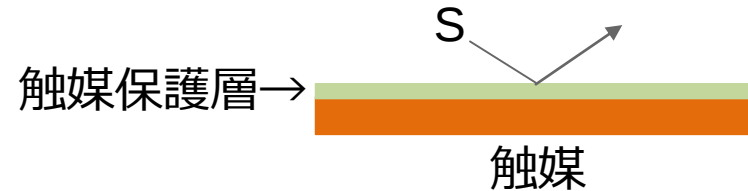
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：他技術に対する優位性

新たな触媒の開発：耐久性向上

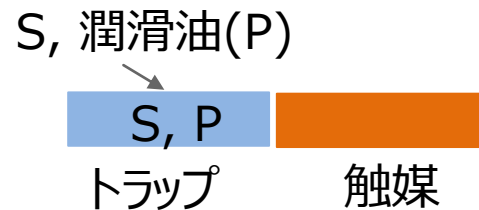
- ① 触媒材料の化学的物性を変えて、硫黄の付着を抑制する



- ② 多層構造の触媒も製造可能であるため、触媒保護層により触媒への硫黄、潤滑油の付着を抑制する



- ③ メタン酸化触媒の上流に硫黄、潤滑油のトラップを触媒層の前段に置き触媒への付着を抑制する



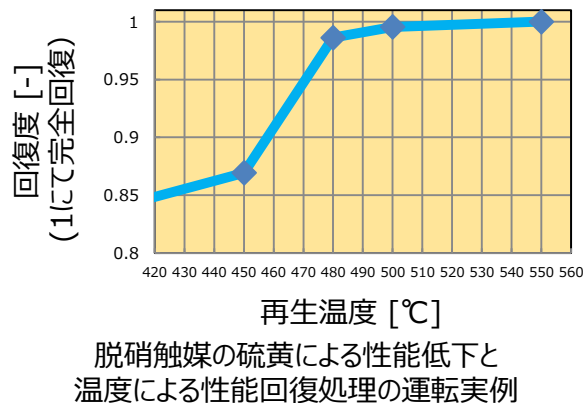
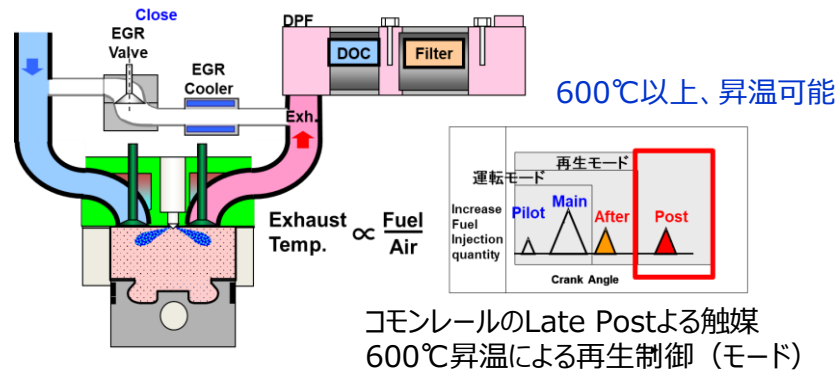
- ④ 触媒の再生方法について検討する

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：他技術に対する優位性

触媒のエンジニアリング（※陸用エンジン(建機・農機)で開発済み技術）

① 触媒再生の制御技術

燃焼後の燃料噴射(Late Post)、または排気管への燃料噴射により触媒へTHCを供給し、THCの触媒酸化による高温再生

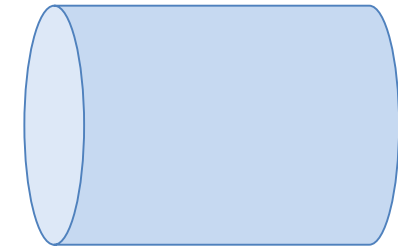


② 潤滑油成分、トラップの技術

触媒の上流部に潤滑油成分を選択的に付着させ 下流側触媒の劣化を抑制

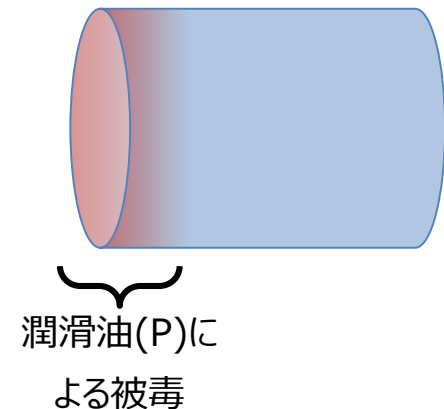
【被毒前】

ガス流れ



【被毒後】

ガス流れ



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：実現可能性

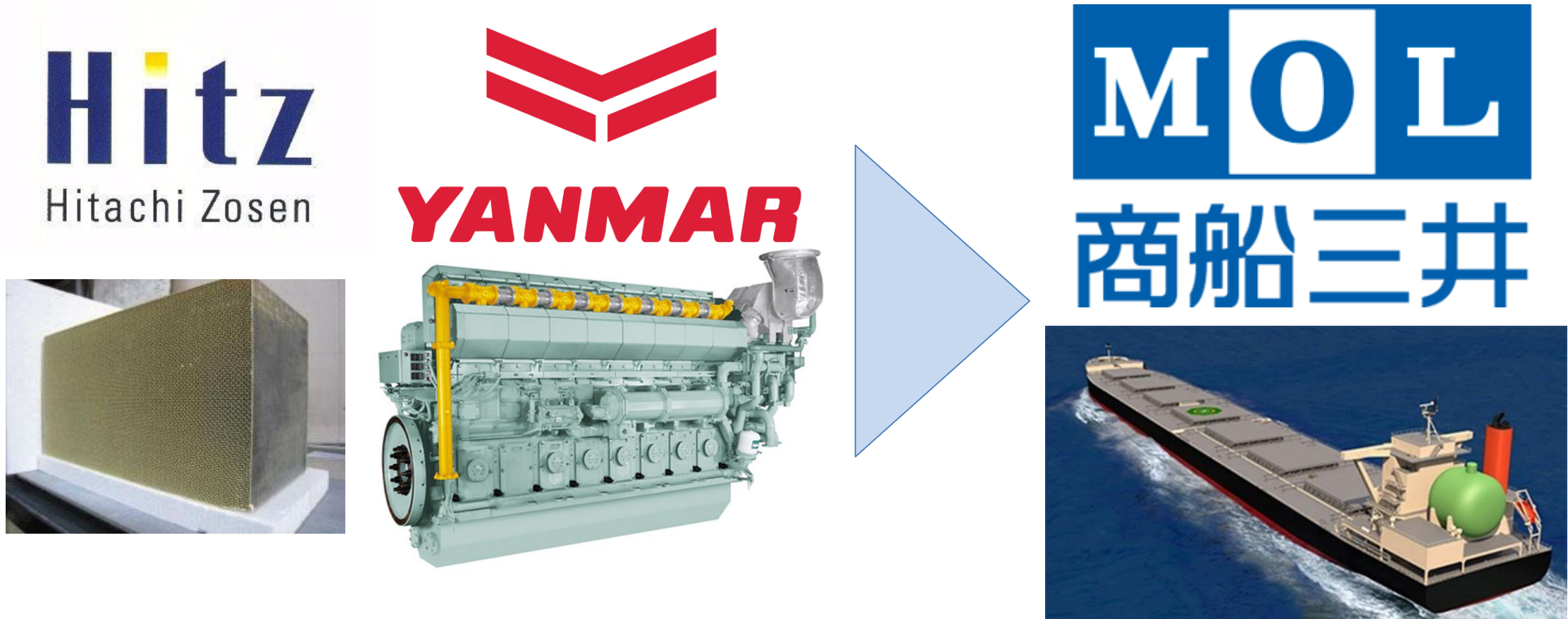
エンジンシステムと触媒システムの技術を補完し合うことで実現可能性を高める

触媒メーカーである日立造船とエンジンメーカーであるヤンマーが共同で開発することで、エンジンシステムと触媒システムの技術を補完し合うことが可能であり実現できる。

- ① ヤンマーパワーテクノロジーはディーゼル、LNG、DFエンジンと船用脱硝装置の開発実績がある
 - ・ 再生モード(特許5856642、特許5155979、特許6072910、特許6008779)
 - ・ 舶用の脱硝触媒装置(特許6625075、特許6615076、特許6250206、特許6719425)
 - ・ 排気昇温(特許6203599、特許5404084)
- ② 日立造船は船用脱硝触媒およびその装置の開発実績がある
 - ・ 脱硝触媒(特許05883718、特許05909436)
 - ・ 舶用(過給機前)の脱硝触媒装置(特許05582854、特許05781290)
 - ・ 舶用(過給機後)の脱硝触媒装置(特開2021-80882、出願番号 2019-208835)

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：取組の方向性

研究開発体制

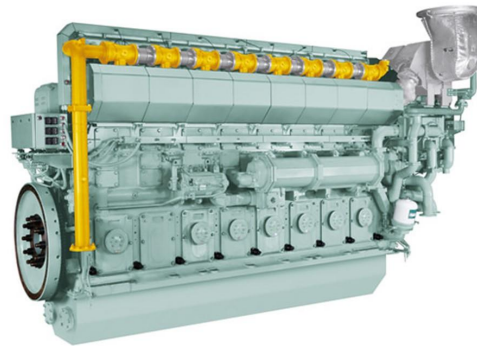
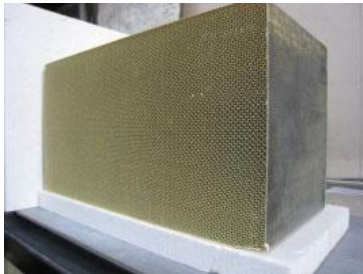


更にLNG船や船用脱硝触媒とその装置のオペレーション実績がある
商船三井とのコラボレーションにより実船実証での完成度を高める

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容：残された技術課題の解決見通し

環境規制への提案

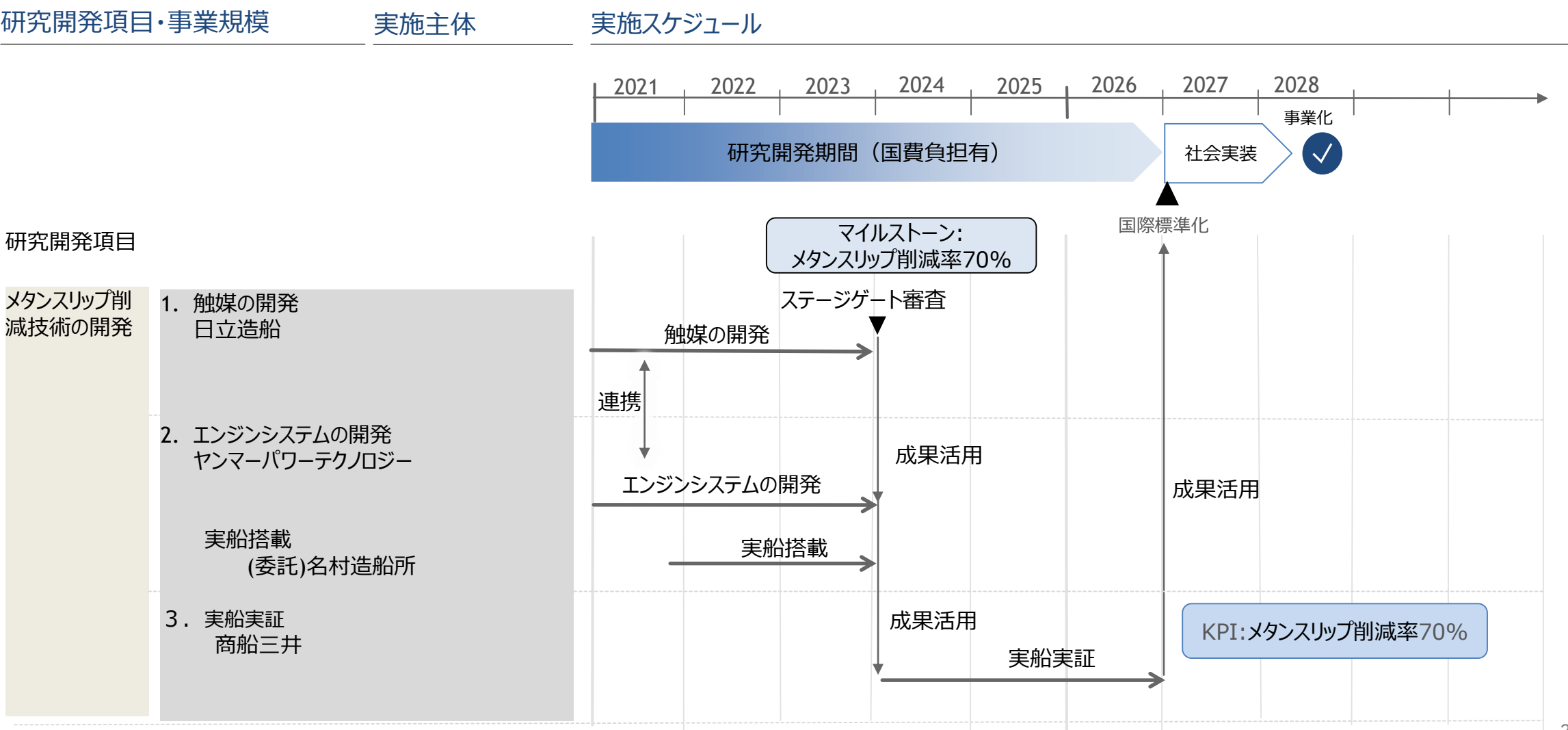
- ① 現時点、メタンスリップはIMO（国際海事機関）では規制されていない。
- ② 開発したメタンスリップ削減技術を活用し、広く社会に役立てるためにも本事業にて実績を作り、その実績をもって、関係各所へPRしていく。
- ③ 環境規制作りの指針にもなる様、技術導入の促進につとめていく。



実船実証の実績にて、技術PR、環境規制へ提案する

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

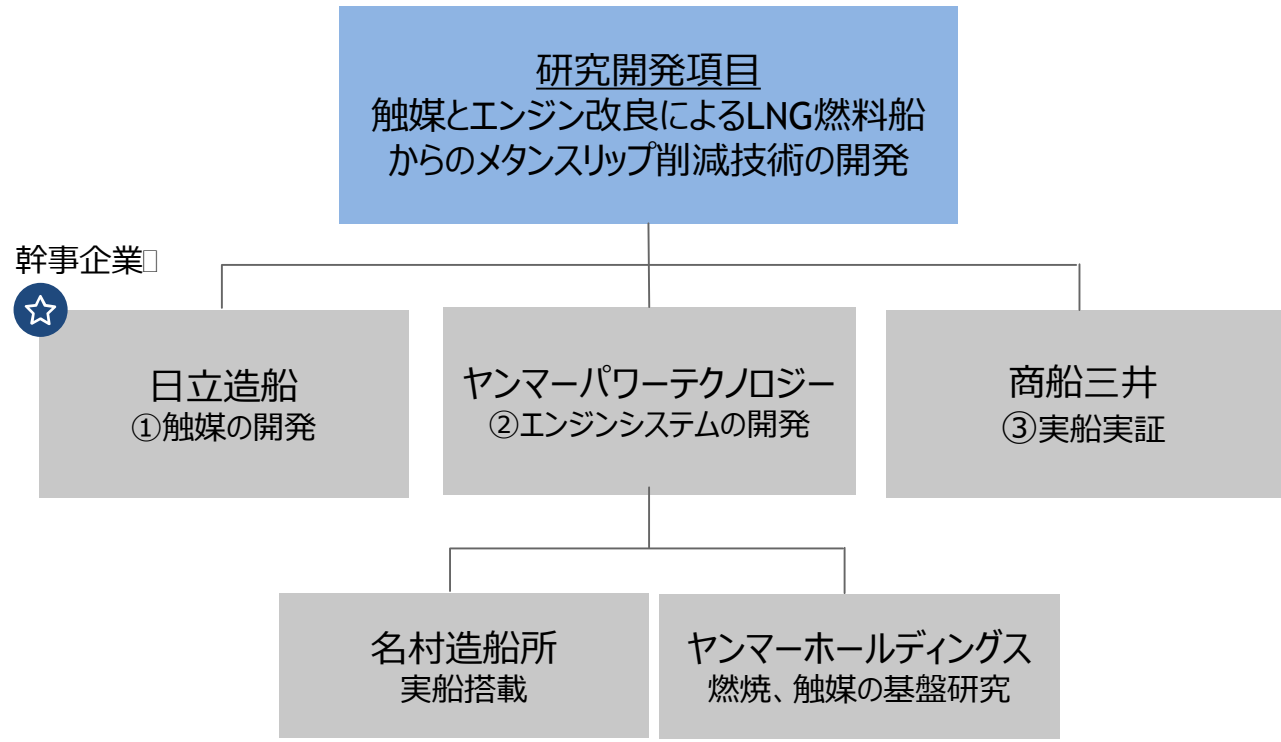
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



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



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	1. 触媒の開発 - 脱硝触媒の製造技術 https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/energy/denitration.html - 船用脱硝触媒装置の製造技術 https://www.hitachizosen.co.jp/business/field/marine/diesel/	→ - 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 - リスク：4ストロークエンジンへの触媒搭載実績なし
	2. エンジンシステムの開発 - 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 - 自社開発の船用脱硝触媒システム	→ - 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 - リスク：船用へのメタン酸化触媒の適用実績なし
	3. 実船実証 - 多くのLNG燃料船のオペレーション実績 - 多くの船用脱硝触媒システムのオペレーション実績	→ - 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 - リスク：メタン酸化触媒の適用実績なし

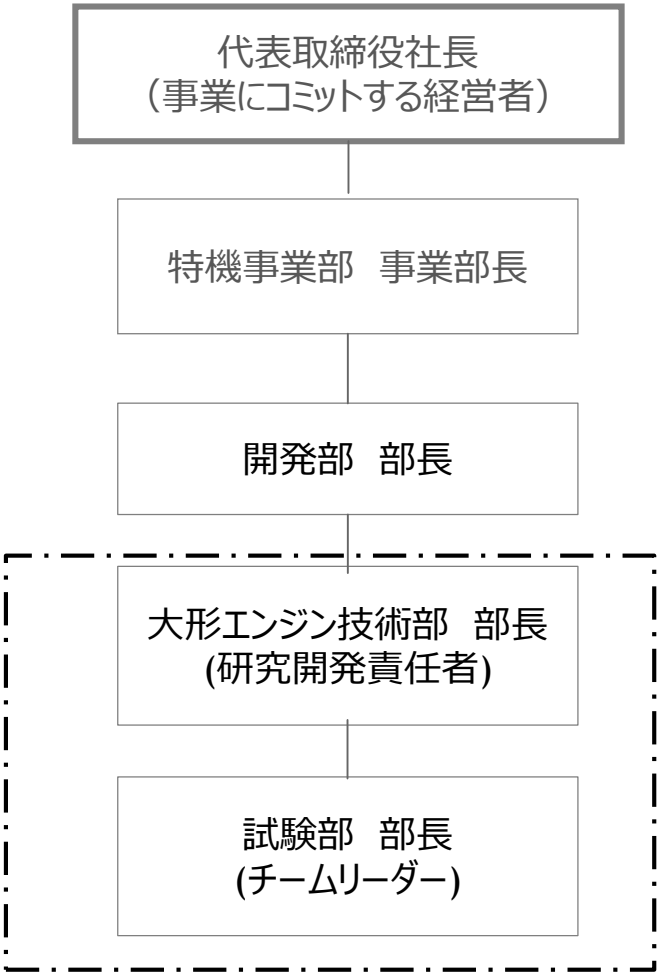
3. イノベーション推進体制

(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

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

経営者等による特機事業への関与の方針

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、持続可能な社会の構築に向けたソリューション提案を以前から推進。
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開始。
 - 「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」の両立したものを「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、これからの未来を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」で掲げホームページ上でも明示している。
- 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、最高管理責任者以下、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する。

- 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
事業推進は、弊社グループ内の研究部門、社外の協力会社などで構成し、幅広い意見を取り入れられる体制で事業推進を実施する。

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実現に向けたChallenge」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設定を予定。重点課題の達成度は事業部の評価項目となっているため、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。

事業の継続性確保の取組

- 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に位置づけており、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。事業部長の引継ぎ書の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。

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

経営戦略の中核において特機事業を位置づけ、広く情報発信

取締役会等での議論

- 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・G H G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中。
- 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。ヤンマーホールディングス(株)の中期戦略レビューで上申・決議を行う。(グループ戦略会議で議論)
 - ヤンマーホールディングス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予定
 - 中期事業戦略立案の中で、関連部門長と情報共有。中期事業戦略策定完了後は、YPT内での中期事業戦略啓蒙を実施予定。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 中期事業戦略として、商品ロードマップ、商品化スケジュール、投融資、研究開発費を明示した上で、戦略に重点課題として織込む。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 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脱炭素社会の実現に向けたコミットメントを表明すると共に、その取り組みを加速させる。
 - ヤンマーグループとして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報告書等で適宜推進事項を開示予定。
 - 採択された場合はプレスリリースを予定
- ステークホルダーへの説明
 - 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。
(2021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の格付けを取得済)
 - 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、説明を予定

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、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 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。
- 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

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
- 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