



# 船用デュアル燃料エンジンの開発

新潟原動機株式会社

1. 船用ガスエンジンが求められる背景
2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い
3. ガスエンジンの種類と性能推移
4. ガスエンジンの技術的課題
5. 28AHX-DFの紹介
6. まとめ

1. 船用ガスエンジンが求められる背景
2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い
3. ガスエンジンの種類と性能推移
4. ガスエンジンの技術的課題
5. 28AHX-DFの紹介
6. まとめ

- 近年、海運業界においても、エンジンからの排出ガスの規制が年々厳しくなっており、ディーゼルエンジンでは**単体での規制満足**が難しい
- IMOのNox3次規制を満足するために、ディーゼルエンジンでは脱硝装置等の付加装置による排出ガス清浄化システムが実用化されている



**設置スペース等、種々の課題もある**

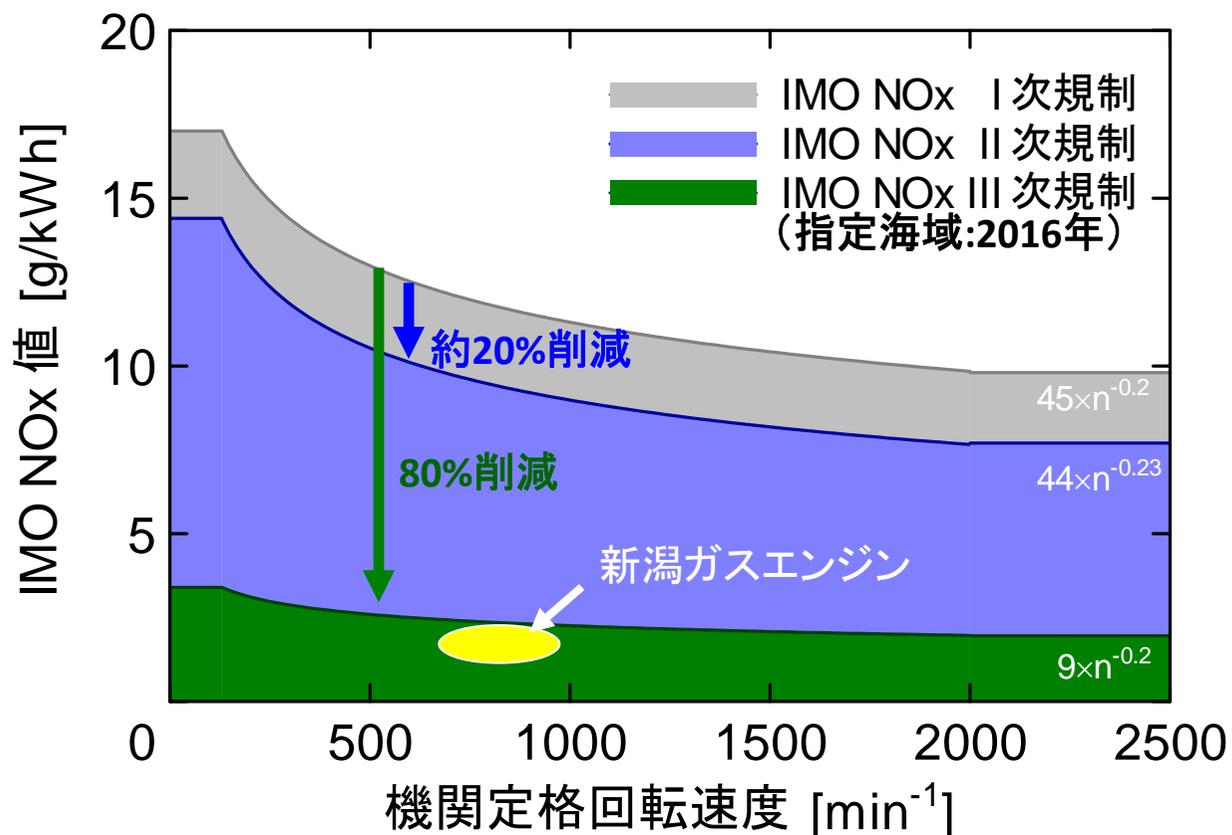
- 規制を満足させるもう一つの手段として、ガスエンジンの船用への適用が進んでいる



**NOx等の排出量が少なく、単体での規制満足が可能である**

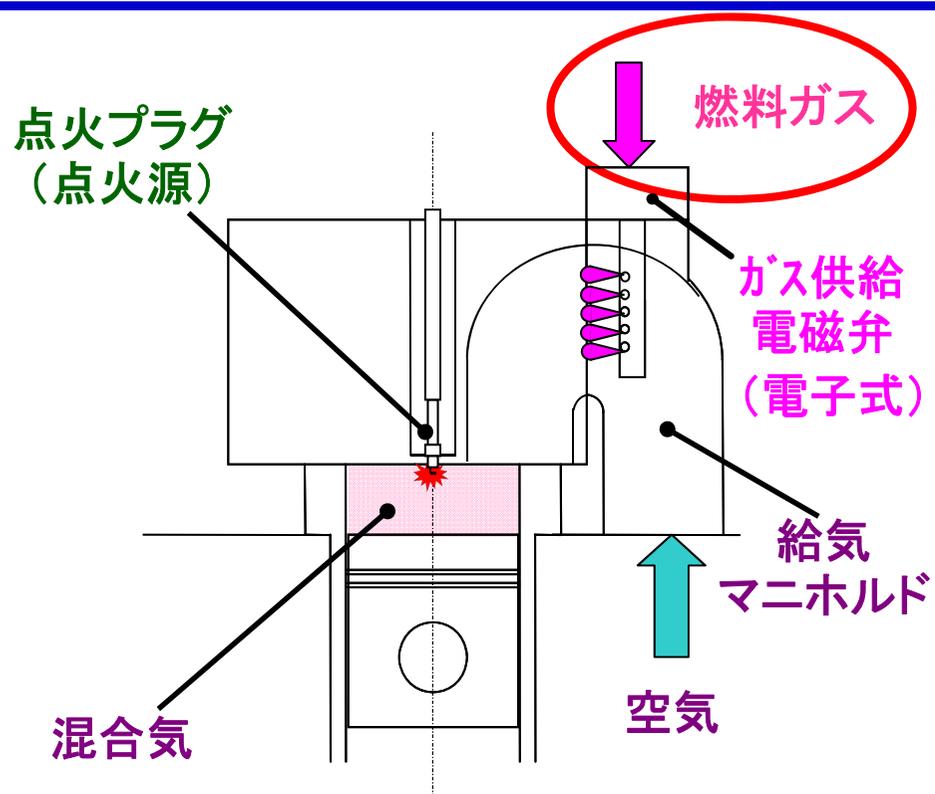
# 船用ガスエンジンの適用

エンジンからの排出ガスの規制を満足し、地球環境の保護をするため、船用へのガスエンジンの適用が求められている



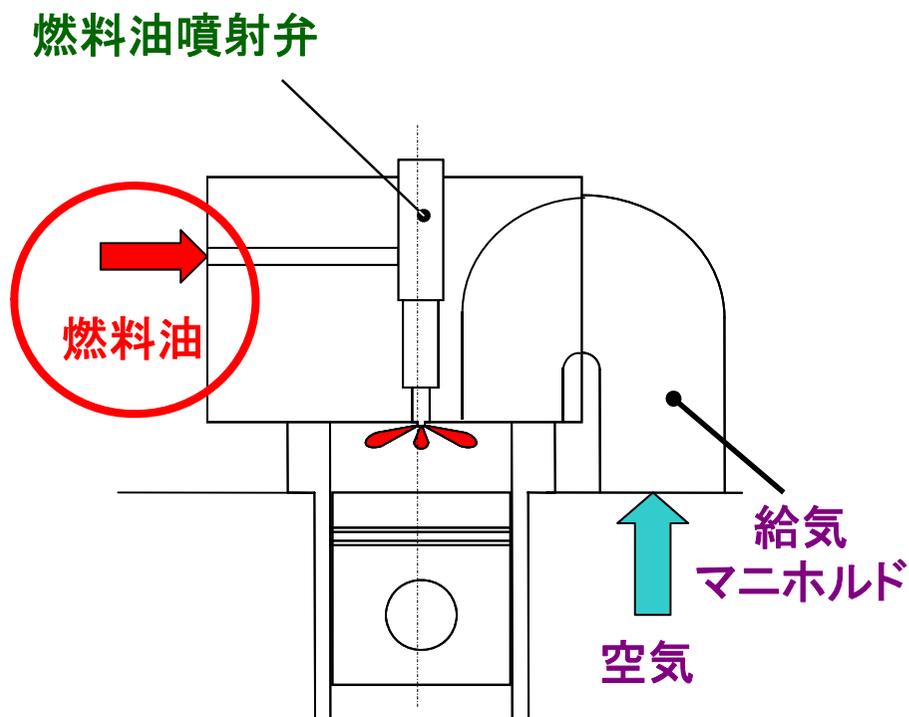
1. 船用ガスエンジンが求められる背景
- 2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い**
3. ガスエンジンの種類と性能推移
4. ガスエンジンの技術的課題
5. 28AHX-DFの紹介
6. まとめ

# 燃料供給の比較



ガスエンジン

燃料は、給気マニホルドに噴射される



ディーゼルエンジン

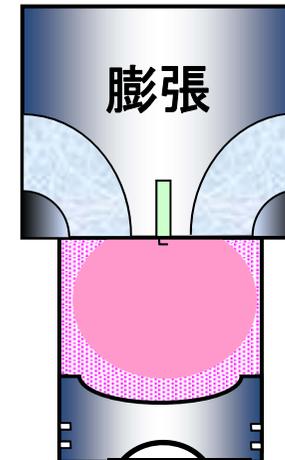
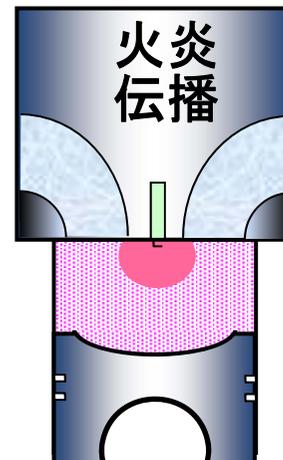
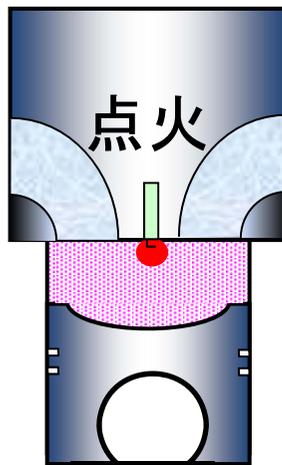
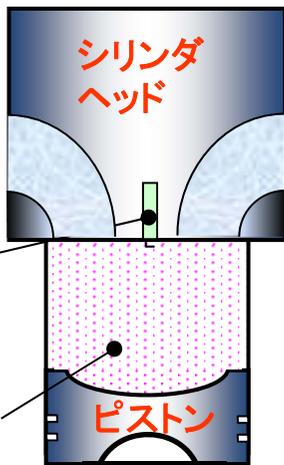
燃料は、燃焼室に直接噴射される

# 燃焼の比較

ガス  
エンジン

点火プラグ

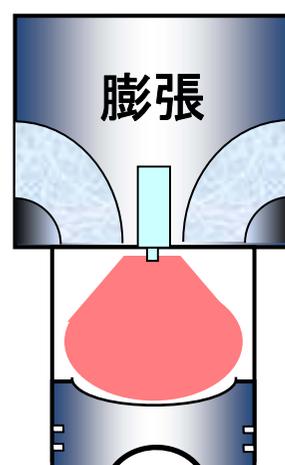
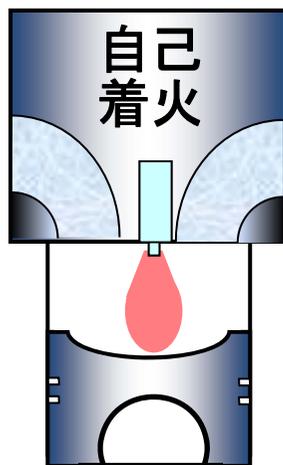
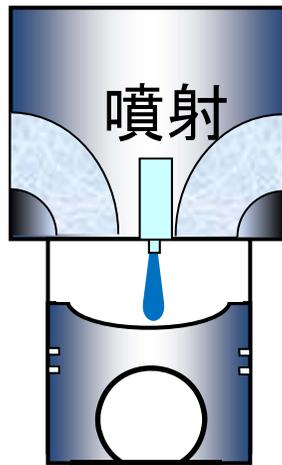
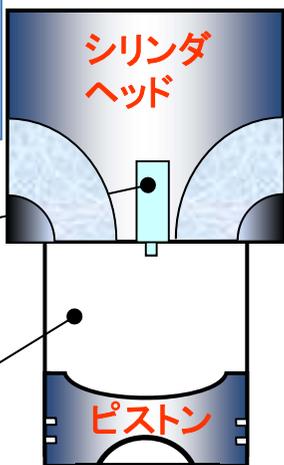
混合気



ディーゼル  
エンジン

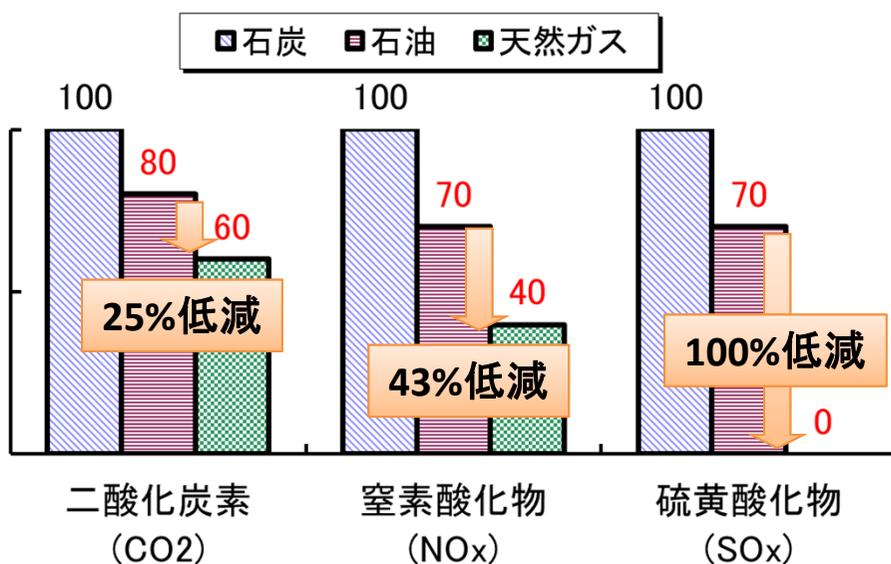
燃料噴射弁

空気



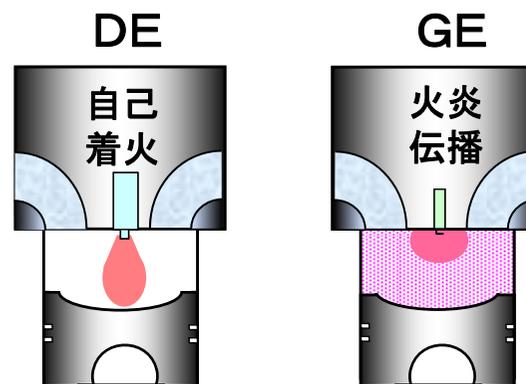
# 排出ガスの比較

ガスエンジンはディーゼルエンジンと比べ、**燃料の違い**、**燃焼形態の違い**によりNOx等の排出量を低減出来る



出展：IEA「Natural Gas Prospects to 2010」(1986)

燃料由来



圧縮比：DE > GE

燃焼温度：DE > GE

サーマルNOx：DE > GE

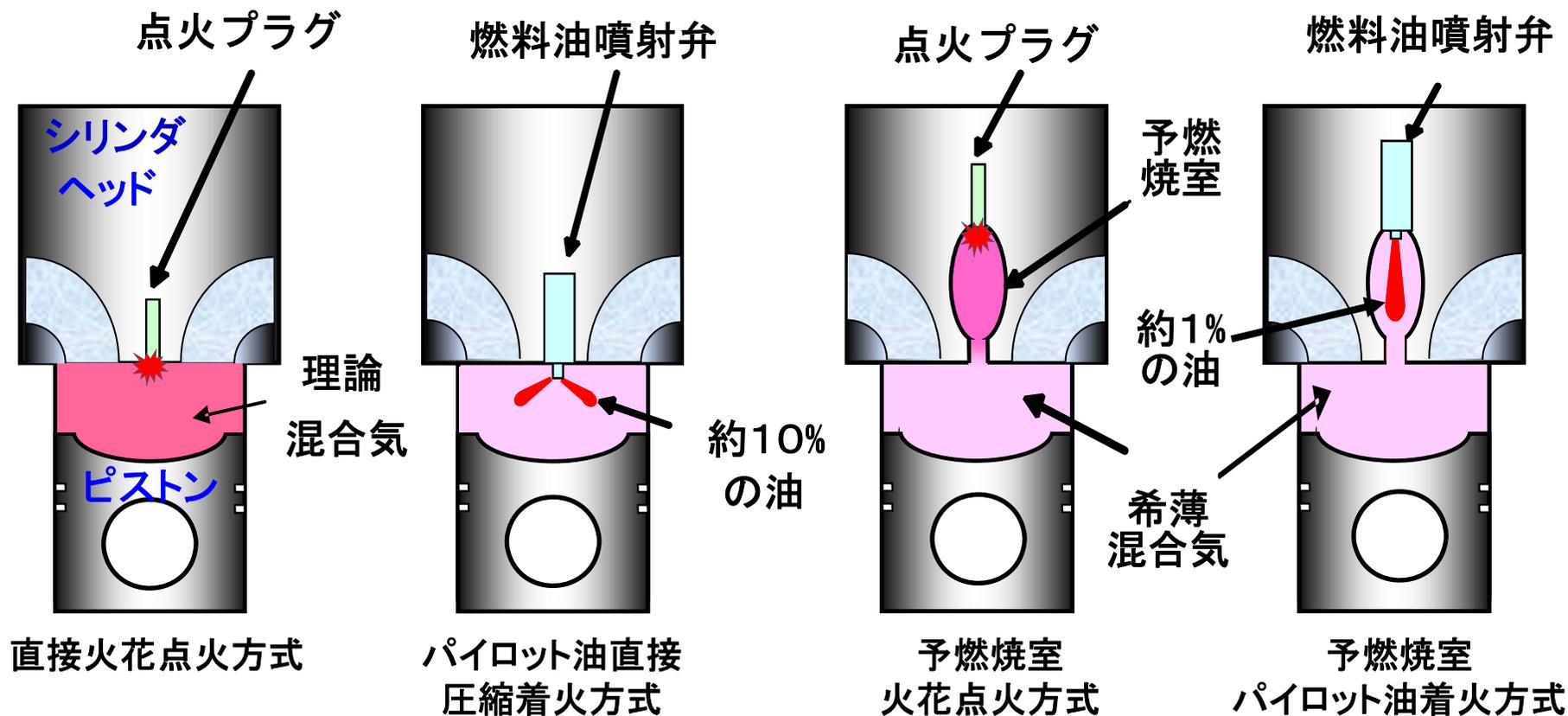
燃焼形態

DE：ディーゼルエンジン  
GE：ガスエンジン

ガスエンジンは高い環境適合性を有する

1. 船用ガスエンジンが求められる背景
2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い
- 3. ガスエンジンの種類と性能推移**
4. ガスエンジンの技術的課題
5. 28AHX-DFの紹介
6. まとめ

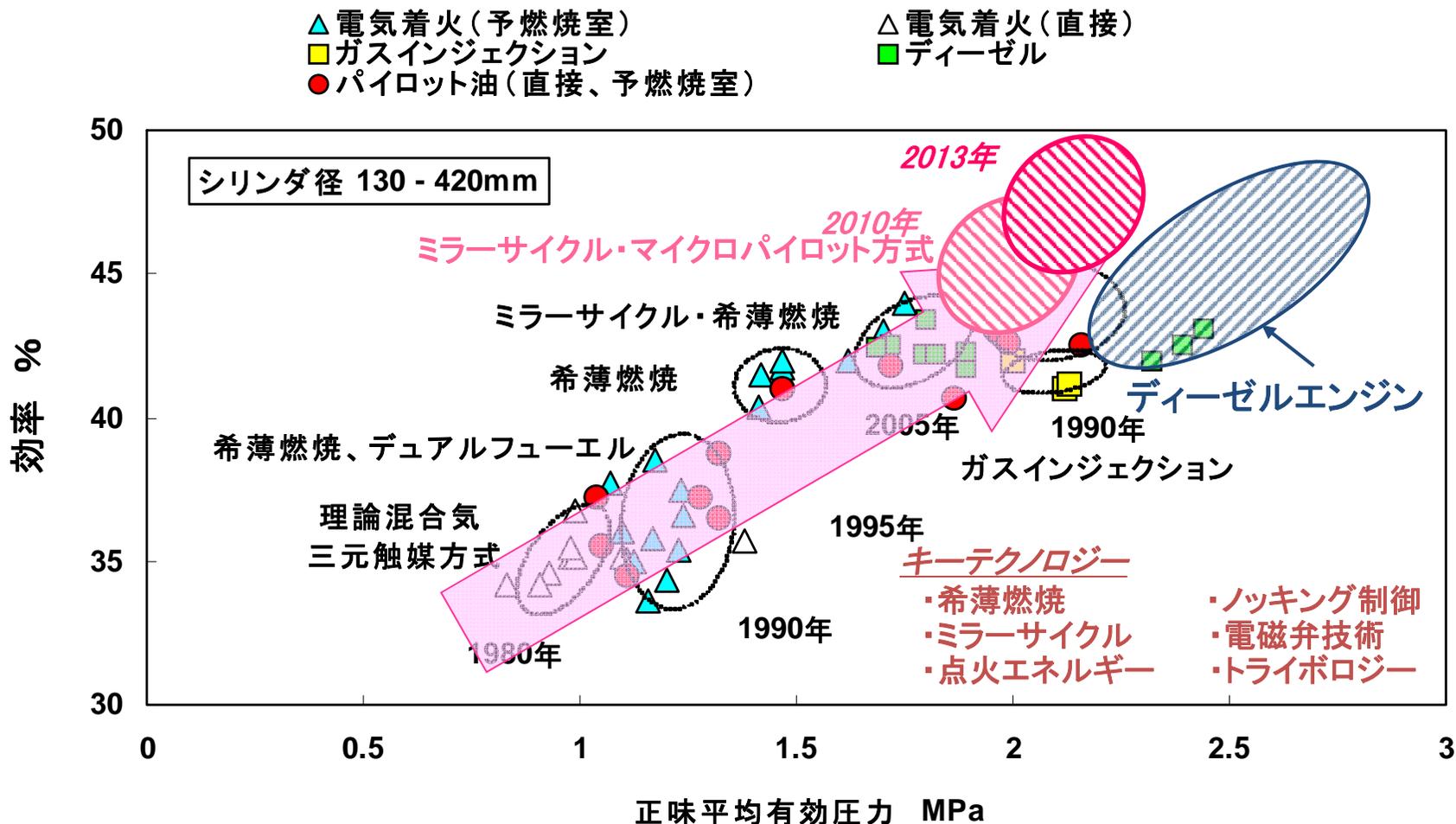
# ガソエンジンの燃焼方式



エンジンの用途及びサイズに応じて適切な方式を選択

# ガスエンジンの性能推移

近年の開発により、ガスエンジンにおいても、ディーゼルエンジンと同等の高出力・高効率化が進んでいる



## 1. 瞬時負荷投入(速度変動) 注1

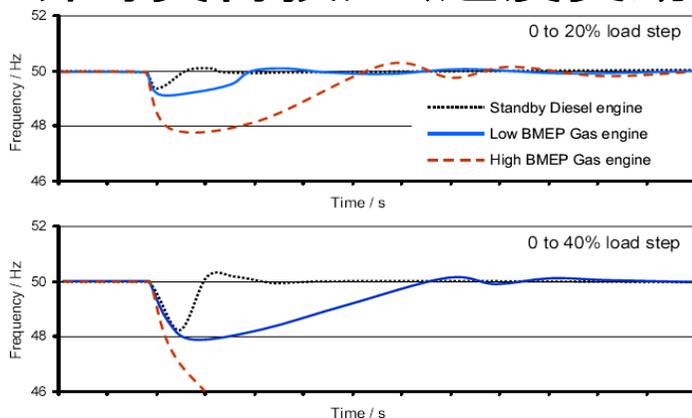


Figure 5: Load step response example of typical Standby Diesel and Mixture-charged Gas engines

## 2. 瞬時負荷投入量 注1

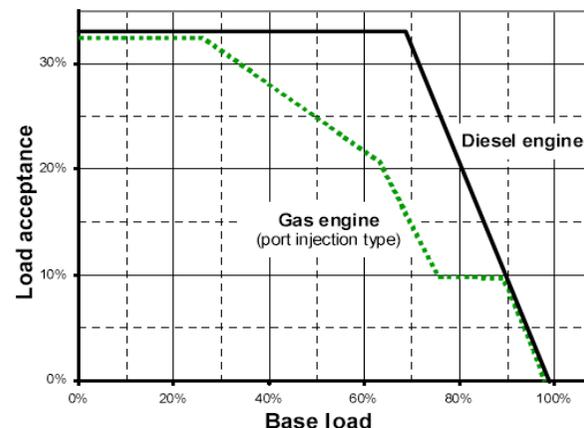
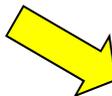
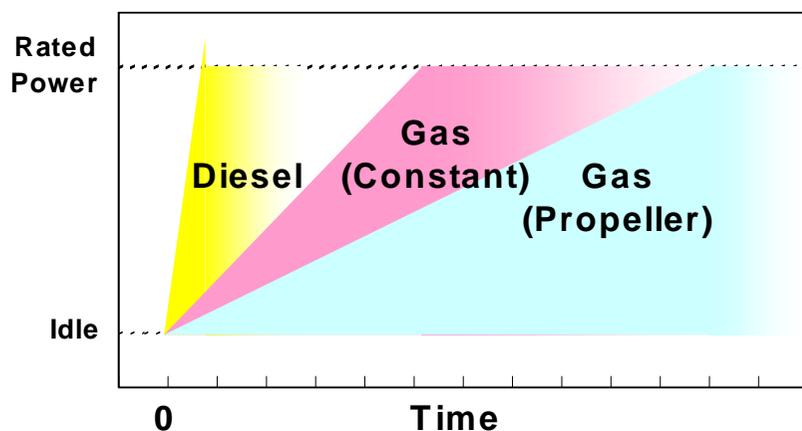


Figure 3: Maximum load acceptance (Example)

## 3. 急速負荷操作(船用3乗特性)



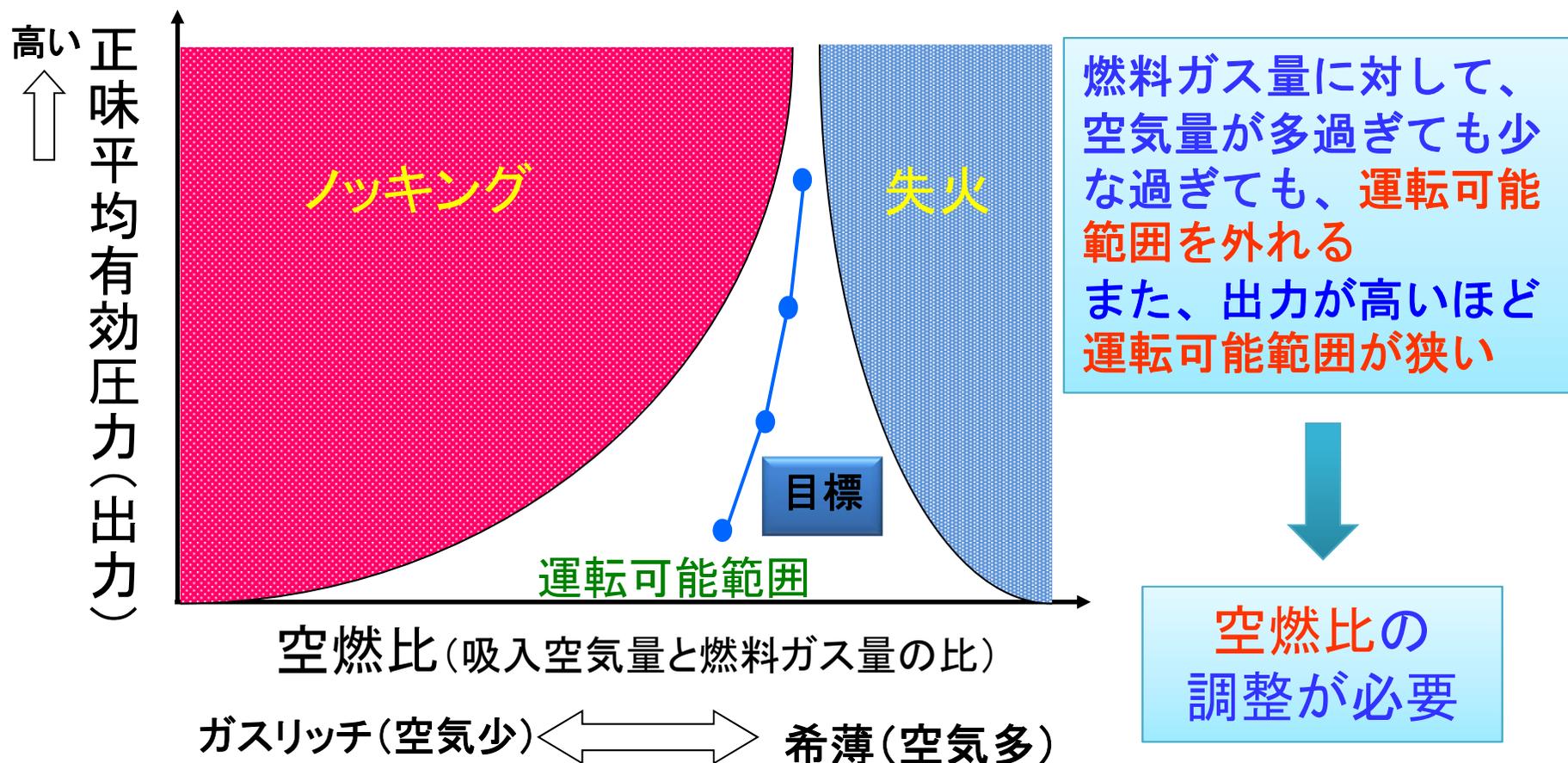
動特性改善が、エンジン本体及び船用推進システムにおける重要な技術課題の一つである。

注1: 出典

POSITION PAPER  
BY THE CIMAC WORKING GROUP "GAS ENGINES"  
TRANSIENT RESPONSE BEHAVIOUR  
OF GAS ENGINES

1. 船用ガスエンジンが求められる背景
2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い
3. ガスエンジンの種類と推移
- 4. ガスエンジンの技術的課題**
5. 28AHX-DFの紹介
6. まとめ

# ガスエンジンの燃焼範囲

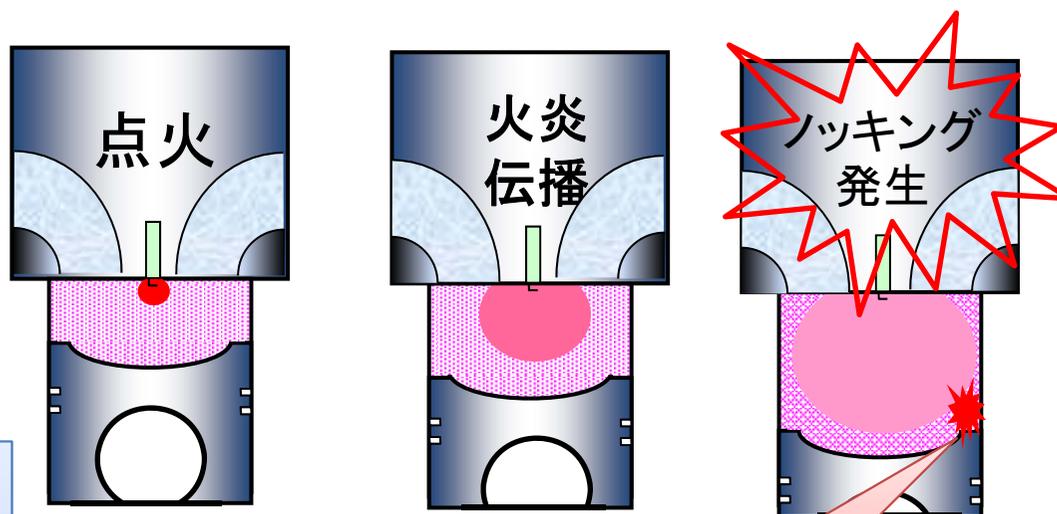


# ノッキングとは

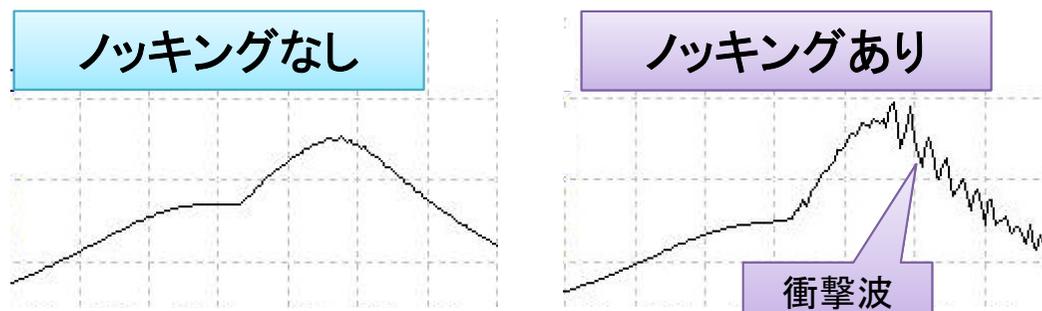
火炎に押されて高圧になった混合気が自己着火する現象



コンコン・カンカンというような音を発生するとともに、断熱層の急激な破壊により部材の温度が急激に上昇し、部材が損傷する恐れがある。

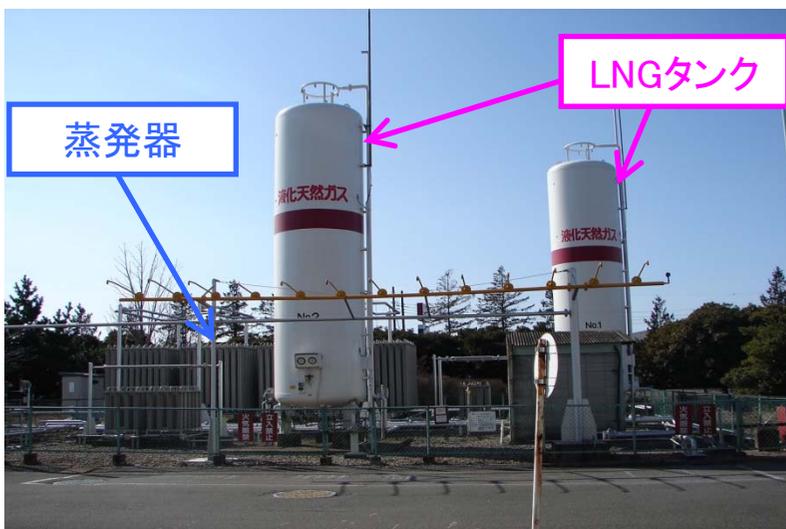


自己着火



シリンダ内圧力

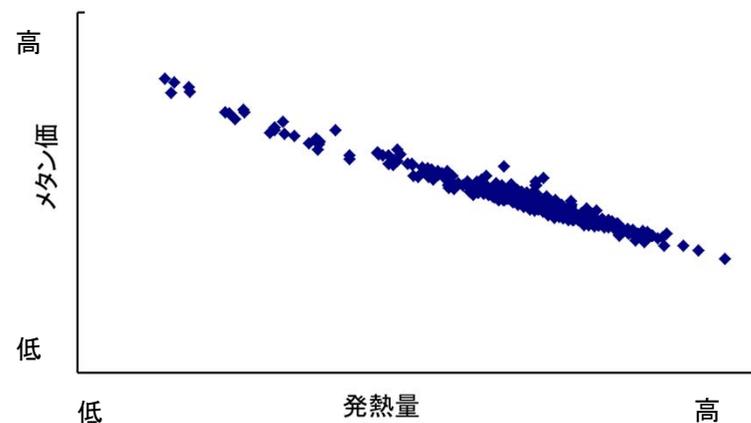
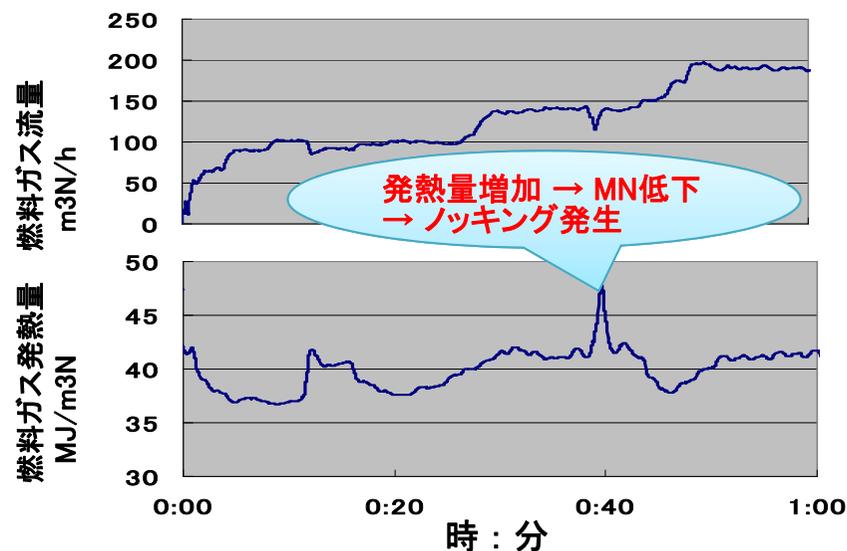
# LNG気化ガスの性状変動



	沸点(°C)
CH4	-161.4
C2H6	-88.4
C3H8	-41.9
n-C4H10	-0.3

注: 大気圧

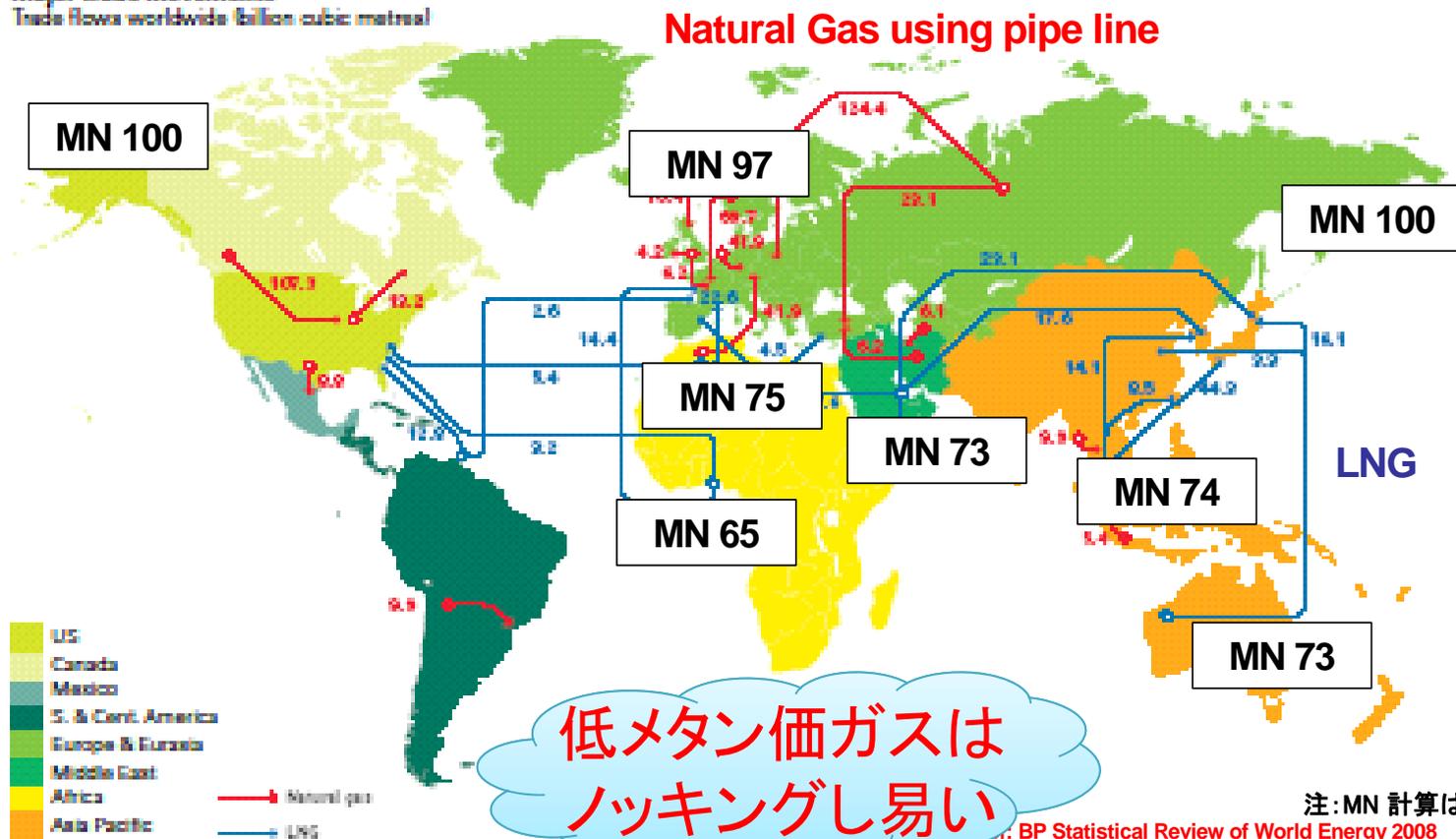
LNG気化ガスは性状変動し、低メタン価時はノッキングを発生し易い  
性状変動に対する適合性も課題の一つ



# 産地による燃料ガスのメタン価

Major trade movements

Trade flows worldwide (billion cubic metres)



低メタン価ガスは  
ノッキングしやすい

注: MN 計算はNPS実施  
BP Statistical Review of World Energy 2008

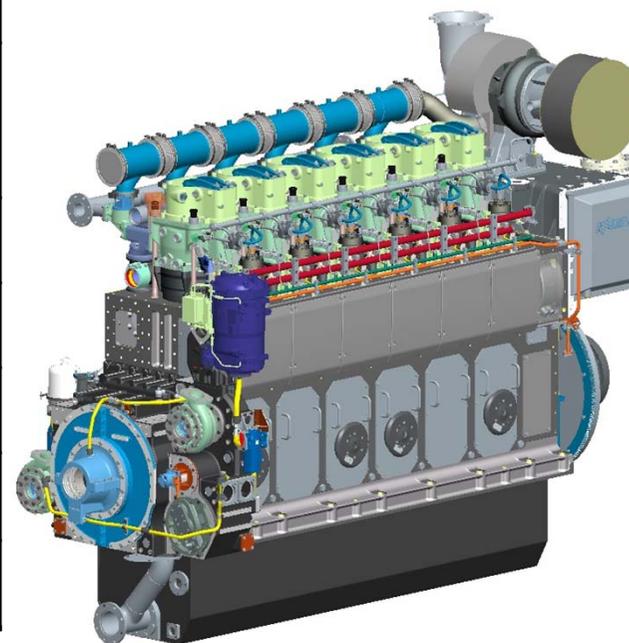
LNGのメタン価は産地により異なる  
欧州に比べ、日本で入手出来るLNGのメタン価は低い  
低メタン価ガスに対する適合性も課題の一つ

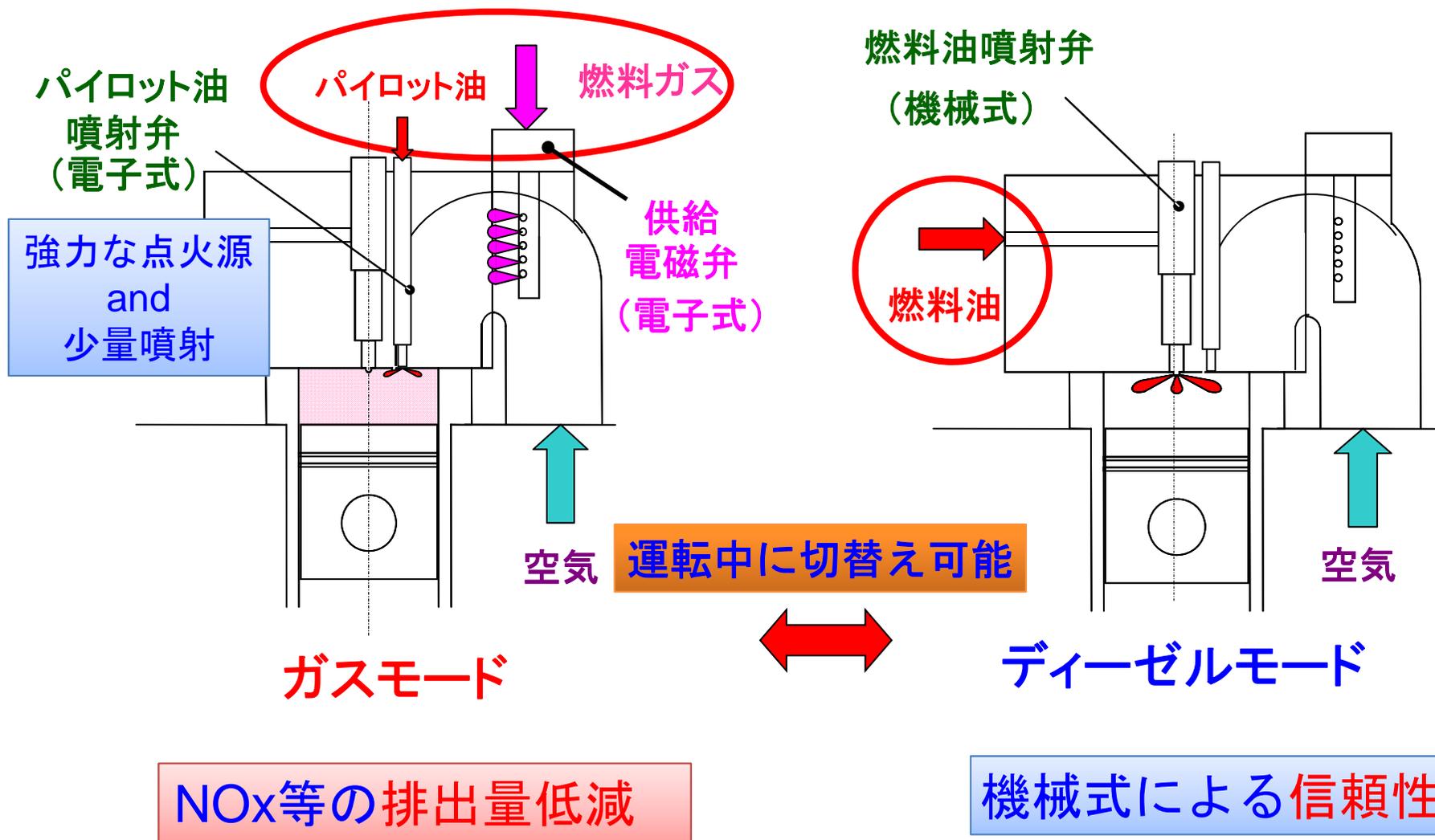
1. 船用ガスエンジンが求められる背景
2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い
3. ガスエンジンの種類と推移
4. ガスエンジンの技術的課題
- 5. 28AHX-DFの紹介**
6. まとめ

# 28AHX-DFのコンセプトと仕様

- 船舶推進用高効率ディーゼルエンジンの燃料噴射系によるディーゼルモード運転と、ガスモード運転専用の噴射系を備え、運転モード選択が選択的に可能なエンジン
- 空気確保技術に加え、ノッキング抑制技術を行うことにより、ディーゼルエンジンと同等の負荷操作性を持つデュアルフューエルエンジン

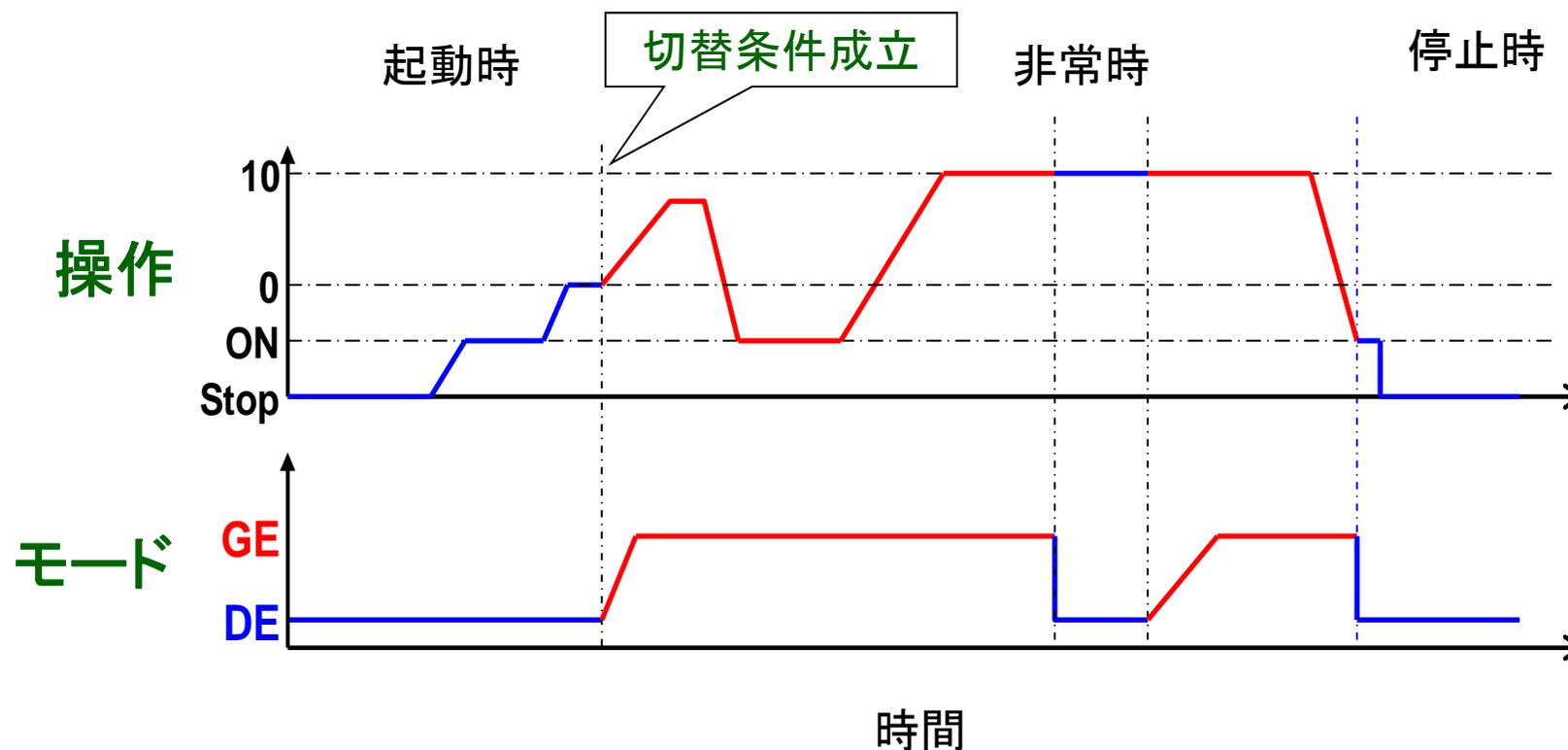
項目	仕様
エンジン名称	28AHX-DF
燃焼方式 (ガスモード)	直噴式 マイクロパイロット油 着火方式
出力／回転数	1920kW／800min <sup>-1</sup> (6L)
	2560kW／800min <sup>-1</sup> (8L)
	2880kW／800min <sup>-1</sup> (9L)
燃料ガス	LNG 気化ガス
液体燃料	A重油



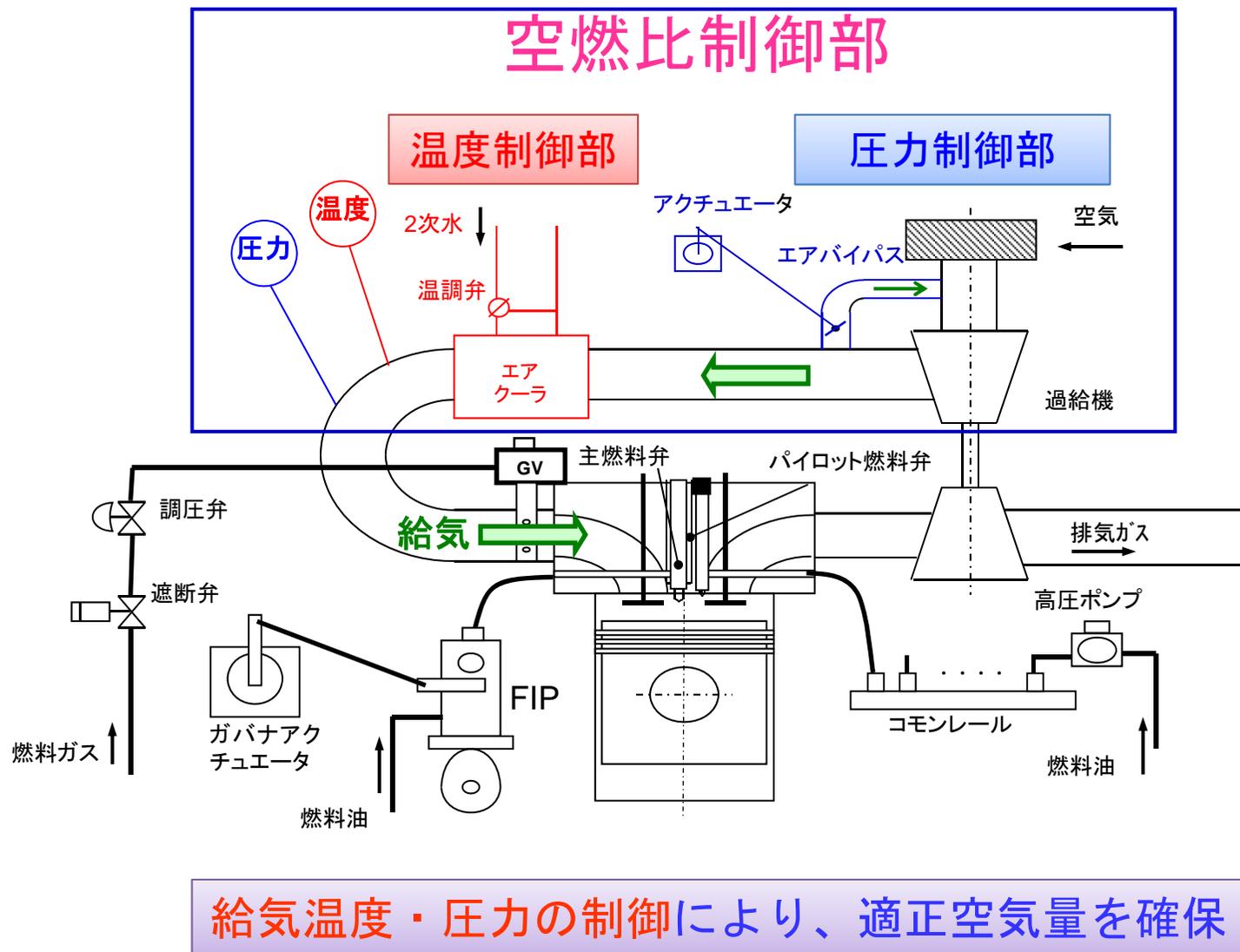


# N/GATA デュアルフューエルエンジンの操作領域

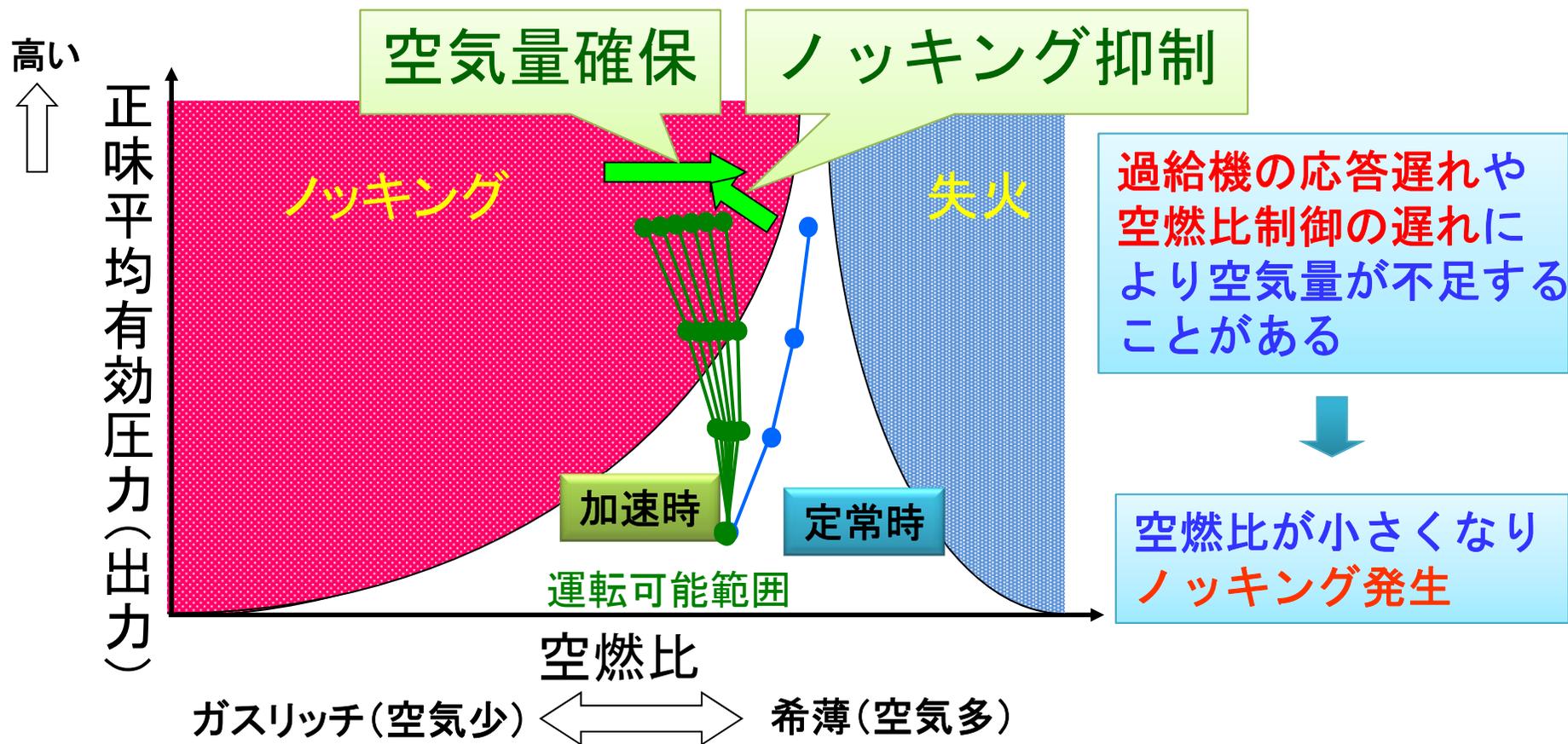
すべての負荷にて**ガスモード**運転が可能  
ただし、起動時・緊急時・停止時は**ディーゼルモード**



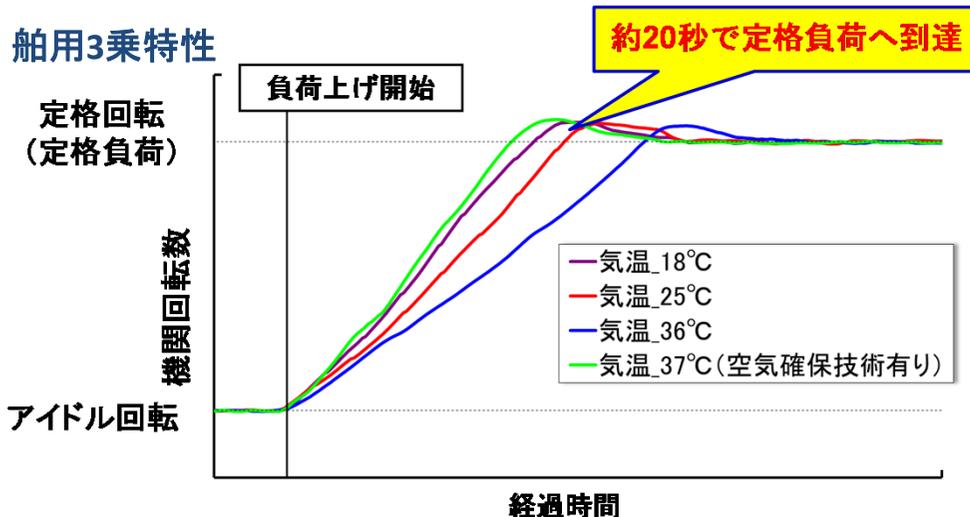
# 空燃比制御



# 動特性(加速時の空燃比)



加速時にノッキングが発生することがあるため、  
**空気量確保**や**ノッキング抑制**が課題の一つ



## <動特性>

気温にもよるが、ノッキング抑制技術により、約20秒の負荷上げを実現  
 高い気温でも、空気確保技術との組み合わせにより15秒の負荷上げを実現

注) 負荷上げ時間はシステムによっても異なる

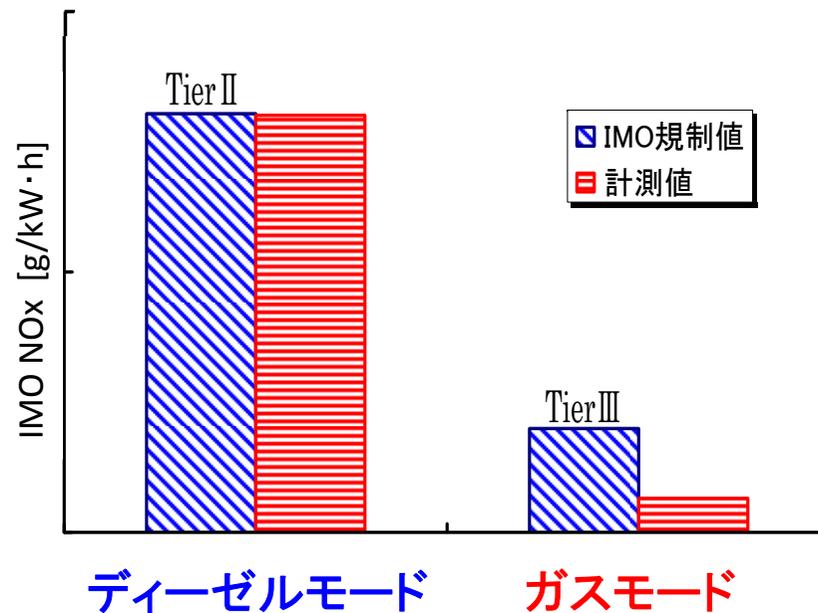
## <NOx排出量>

ディーゼルモード運転:

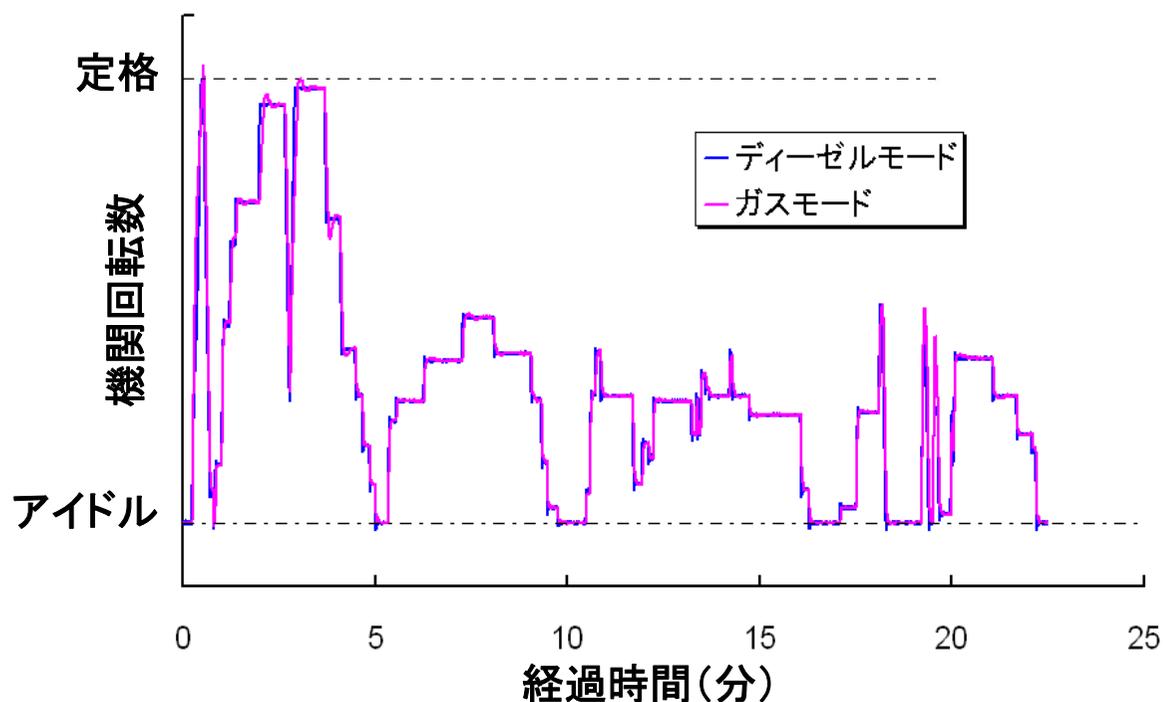
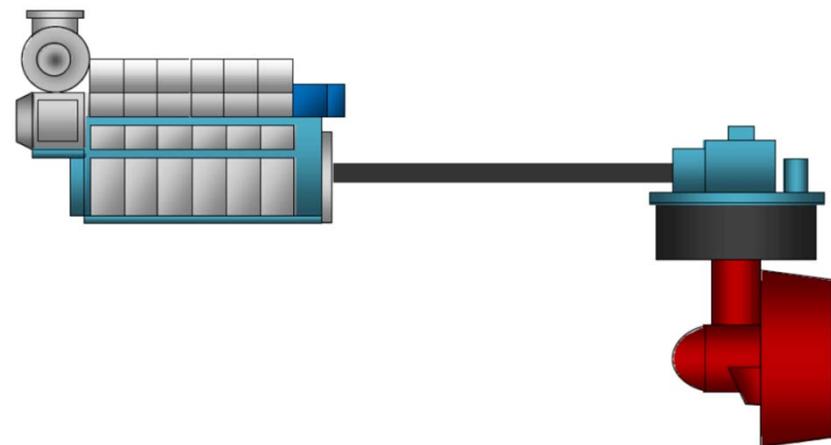
IMO NOx Tier II クリア

ガスモード運転:

IMO NOx Tier III クリア



船用特性の過渡応答性も  
ディーゼルエンジン並みのため  
固定ピッチプロペラ(FPP)直結  
にも対応



ガスモードにおいて、  
ディーゼルエンジン  
と比較しても遜色な  
い負荷追従性を実現

2014年 4月 プレリリース実施  
2014年12月 初号機出荷予定



日刊工業新聞 2014年4月1日(水)



日本海事新聞 2014年4月1日(水)

1. 船用ガスエンジンが求められる背景
2. ディーゼルエンジンとガスエンジンの違い
3. ガスエンジンの種類と推移
4. ガスエンジンの技術的課題
5. 28AHX-DFの紹介
6. まとめ

- ガスエンジンは、燃料、燃焼形態の違いにより、NO<sub>x</sub>等の排出量を低減出来、高い環境優位性を有している
- デュアルフューエルエンジンをベースに開発する事で故障等に対する冗長性を持たせた
- これまで、ガスエンジンは、その動特性の問題から、船用として用いられていなかったが、空気確保技術・ノッキング抑制技術等により、動特性を改善することが出来た
- 新潟原動機は、ガスエンジンを舶用に適用し、地球環境を保護することで、社会貢献に取り組んでいる



今回紹介した、船用デュアルフューエルエンジン28AHX-DFには、国土交通省殿の「船舶からのCO<sub>2</sub>削減技術開発支援事業」の支援事業、一般財団法人日本海事協会殿および日本財団殿の助成事業として一般財団法人日本船舶技術研究協会殿との共同研究として、支援を受けて開発された要素技術の一部を使用しております  
ここに記して心から謝意を表します

ご清聴ありがとうございました