

# 水素燃料エンジン開発動向

2023年 12月 5日  
ダイハツディーゼル株式会社



# 目次

- 1) 船用燃料の規制と動向
- 2) 水素燃料エンジンの開発状況
- 3) アンモニア改質器の研究状況
- 4) まとめ

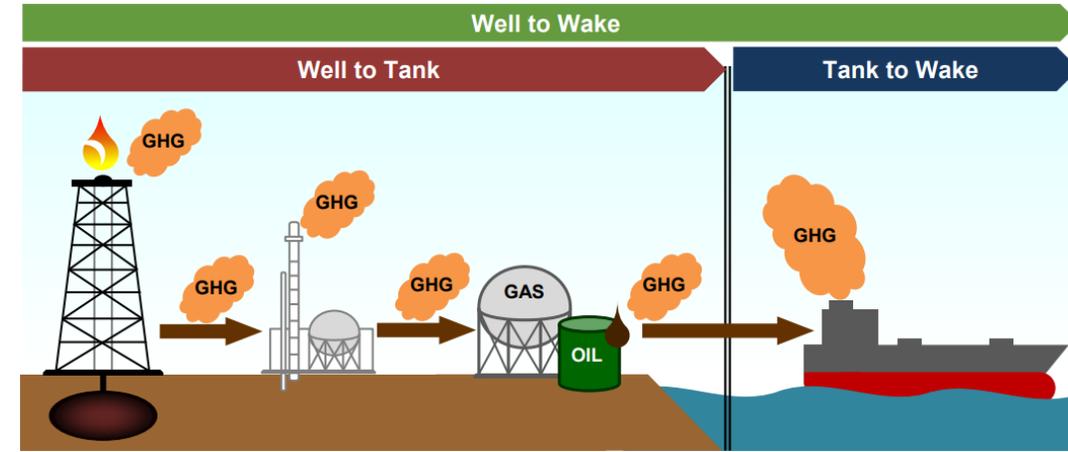
# 1) 船用燃料の規制と動向 (1/2)

## これまでに行われてきた施策

- EEDI ⇒ 新造船の燃費指標
- EEXI ⇒ 既存船の燃費性能
- CII ⇒ 燃費実績格付け制度

## 今後始まる施策

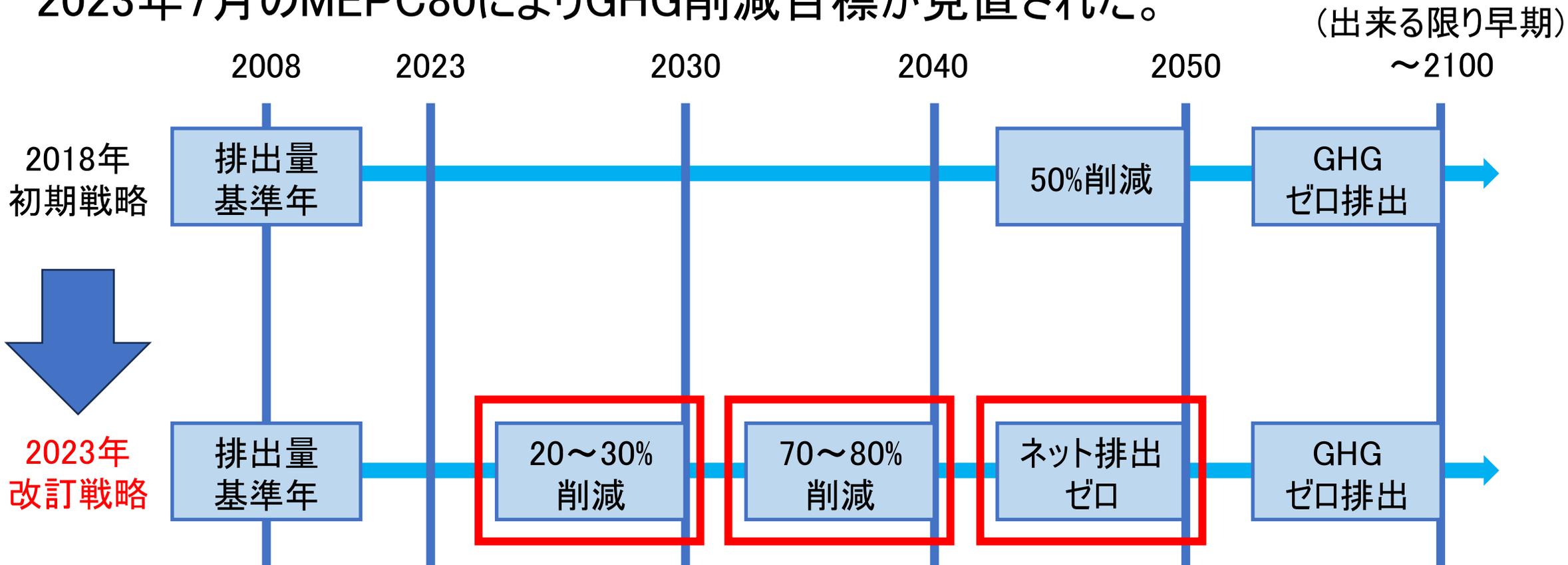
- EU-ETS ⇒ GHGの排出枠購入が必要
- GFS ⇒ 燃料のライフサイクルでのGHG排出強度(C強度)を規制
- FuelEU-Maritime ⇒ 燃料のC強度を規制、停泊時は陸電の使用を義務化



燃料のライフサイクルでの考え方

# 1) 船用燃料の規制と動向 (2/2)

2023年7月のMEPC80によりGHG削減目標が見直された。



迅速なGHG排出削減への対応が必要

## 2) 水素燃料エンジンの開発状況 (1/5)

### プレスリリース

#### 外航船向け水素燃料推進プラントの技術開発について

**DAIHATSU** **DAIHATSU DIESEL**  
ダイハツディーゼル株式会社

2021年7月27日

当社および株式会社三井 E&S マシナリーは、地球温暖化問題解決のため、船舶のゼロエミッションを  
目指し、国土交通省「海事産業集約連携促進技術開発支援事業」(ゼロエミッション船)に「外航船向け水素  
燃料推進プラントの技術開発」の提案を行っていたところ、同事業に採択されました。

今後、共同して、国土交通省、関係機関等のご指導・ご支援をいただき、水素燃料推進プラントに必要な  
基礎技術に係る研究を進め、水素専焼技術を確立し、外航船向け水素燃料推進プラントの実現に取り組ん  
でまいります。

**DAIHATSU DIESEL MFG. CO., LTD.** **DAIHATSU**

# 2) 水素燃料エンジンの開発状況 (2/5)

## 技術開発の目的

外航船用燃料としての重油に対し、LNGによるGHG削減は2割程度に留まる。ゼロエミッション燃料の水素を燃焼させることにより、GHGゼロの外航船を達成する。

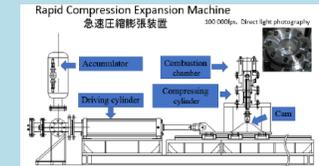
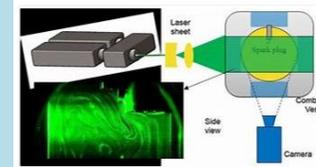
## スケジュール

| 実施項目          | 2021 | 2022    | 2023     |
|---------------|------|---------|----------|
| 燃焼技術          | 試験準備 | 燃焼試験    | シミュレーション |
| 燃料噴射技術        | 試験準備 | 混合気形成試験 | シミュレーション |
| 燃料噴射装置 (FGSS) | 設計   | 試作      | Test     |
| 燃料噴射弁         | 設計   | 試作      | Test     |
| 単気筒試験 (主機関)   | 試験準備 |         | 試験       |
| 単気筒試験 (補機関)   | 試験準備 |         | 燃焼試験     |

### 本事業

### 本事業以外

#### 基礎技術



#### 燃料タンク



#### 燃料供給装置 (FGSS)



#### 燃料噴射弁



#### 単気筒試験機



#### 実船実証

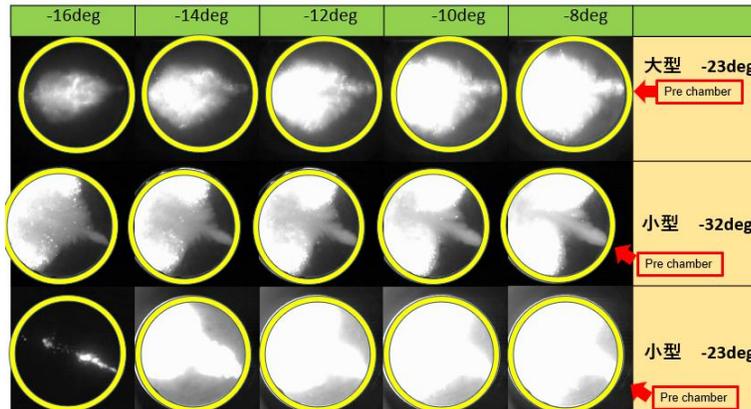


## 2) 水素燃料エンジンの開発状況 (3/5)

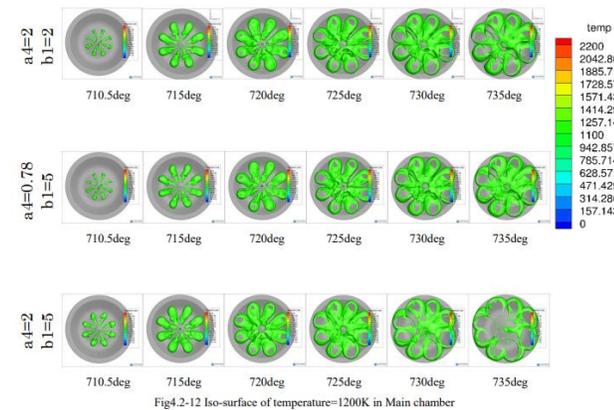
### 基礎技術開発「燃焼技術」

#### 【研究の概要】

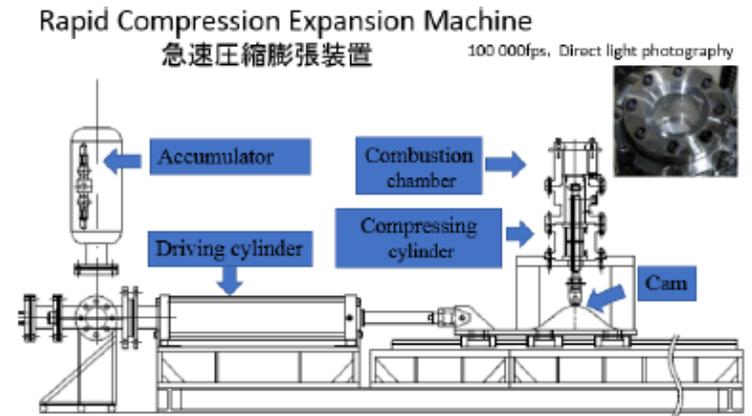
- ・燃焼試験装置(RCEM)を用いた水素燃焼試験の実施と、試験結果に基づいた水素燃焼モデルの評価
- ・水素燃焼シミュレーションの妥当性の評価結果から、最適な燃焼条件を検討



燃焼の可視化



シミュレーション



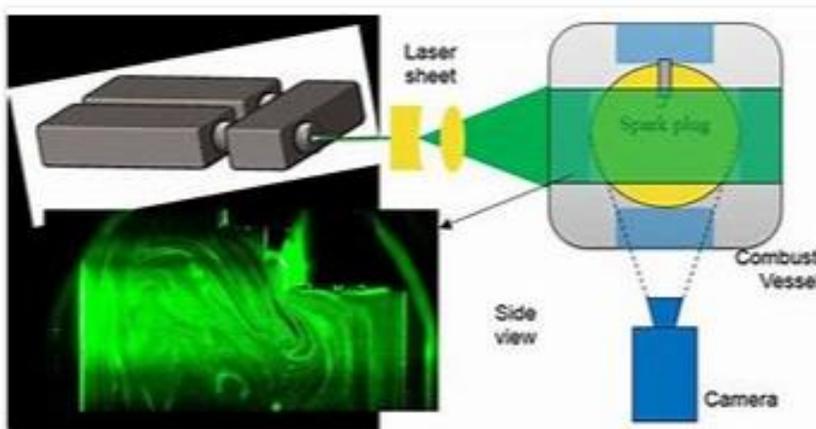
急速圧縮膨張装置 (RCEM)

## 2) 水素燃料エンジンの開発状況 (4/5)

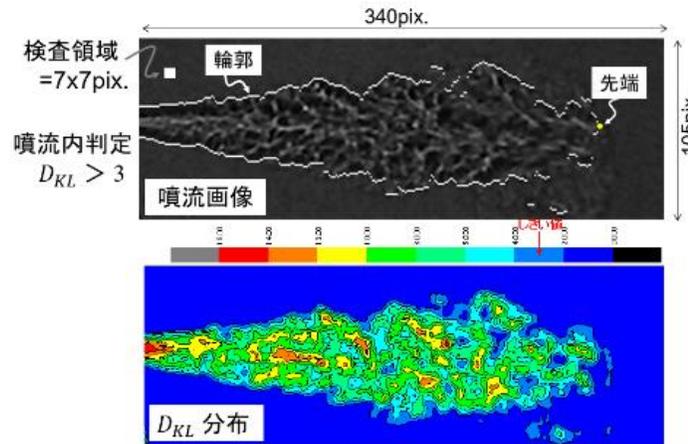
### 基礎技術開発「燃料噴射技術」

#### 【研究の概要】

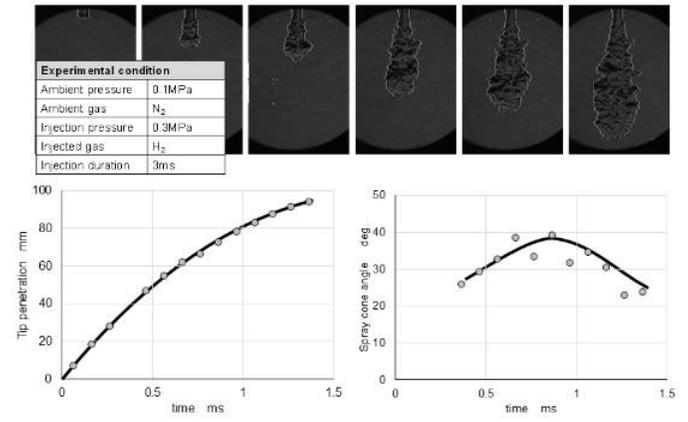
定容容器内でガス噴射を行い、その発達過程を画像から解析し、均一化に寄与する乱流特性を把握し、シミュレーションにより最適噴射を検討



PIV計測



噴射の形状



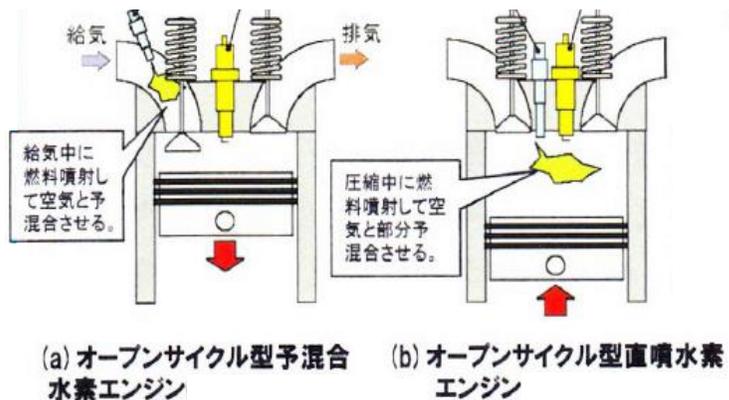
シミュレーション

## 2) 水素燃料エンジンの開発状況 (5/5)

### 単気筒試験

#### 【研究の概要】

- ・単気筒試験機と周辺試験設備の準備
- ・燃焼技術・燃焼噴射技術の検討結果を基に、単気筒試験機の要目を決定し、試験用部品等を設計・試作
- ・単気筒試験機による燃焼試験実施と様々な噴射条件における燃焼安定性を評価



水素の噴射仕様検討  
(より低圧で安定燃焼が得られる方式を模索)

#### 確認項目

- ・水素噴射圧力
- ・水素噴射期間
- ・異常燃焼の評価
- ・適切な着火時期
- ・NO<sub>x</sub>などエミッションの排出レベル

### 3) アンモニア改質器の開発状況 (1/7)

2021年度: Diesel / NH<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>の混焼燃焼の改善策の効果検証  
⇒アメリカ機械学会ICEF2023にて発表済

2022年度: NH<sub>3</sub>改質触媒の実機評価(触媒メーカー: 日立造船様)  
⇒PAAMS/AMEC2023にて発表済

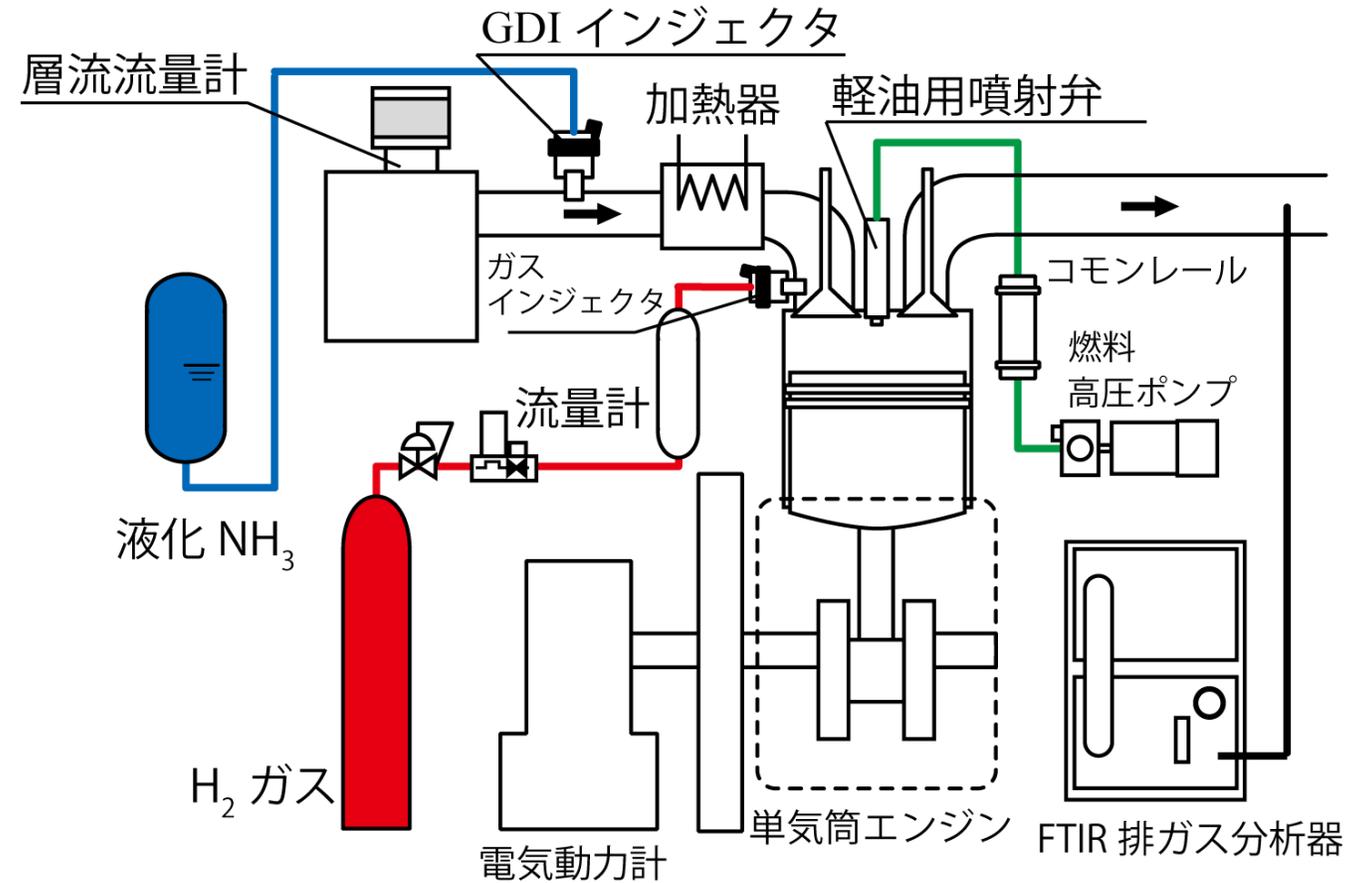
2023年度: 海技研様 / 日立造船様 / 弊社の3社共同研究開始  
⇒案: アンモニア燃焼に関わる「排出ガスの浄化装置開発」について

### 3) アンモニア改質器の開発状況 (2/7)

21年度テーマ: Diesel / NH<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>混焼試験結果について

#### ○機関諸元について

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| ボア / ストローク [mm]            | 112 / 110 |
| 気筒数                        | 1         |
| 定格回転数 [min <sup>-1</sup> ] | 1500      |
| 定格出力 [kW]                  | 7.7       |
| 圧縮比                        | 18.5      |



### 3) アンモニア改質器の開発状況 (3/7)

21年度テーマ: Diesel / NH<sub>3</sub> / H<sub>2</sub>混焼試験結果について

○試験結果について

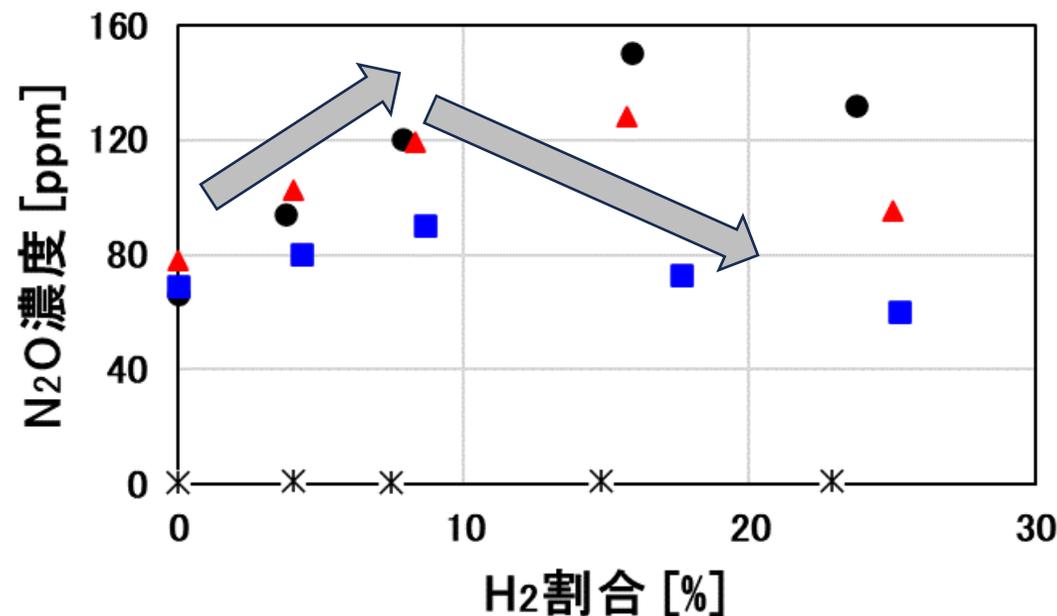
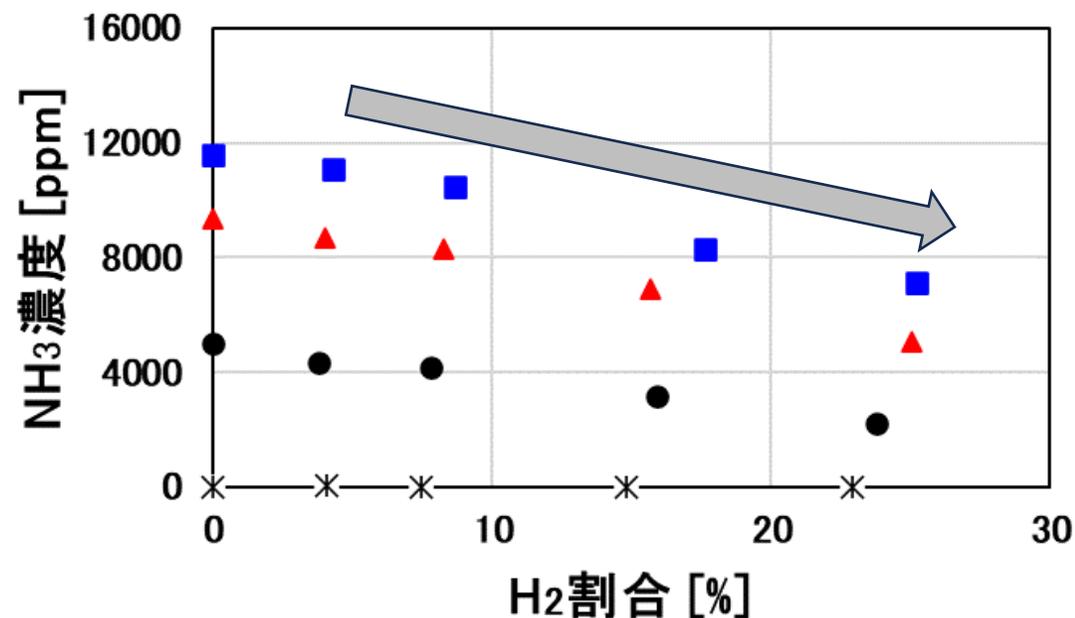
NH<sub>3</sub>割合:

\* NH<sub>3</sub> = 0%

● NH<sub>3</sub> = 18%

▲ NH<sub>3</sub> = 43%

■ NH<sub>3</sub> = 70%

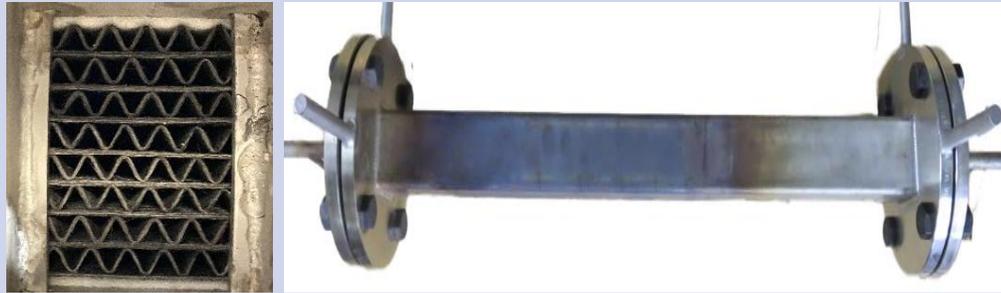


- 未燃NH<sub>3</sub>については、H<sub>2</sub>割合0%よりも増加させた方が減少傾向
- N<sub>2</sub>Oについては、H<sub>2</sub>割合0%よりもNH<sub>3</sub>高混焼+H<sub>2</sub>割合増で減少傾向

### 3) アンモニア改質器の開発状況 (4/7)

22年度テーマ: NH<sub>3</sub>改質触媒の実機評価について

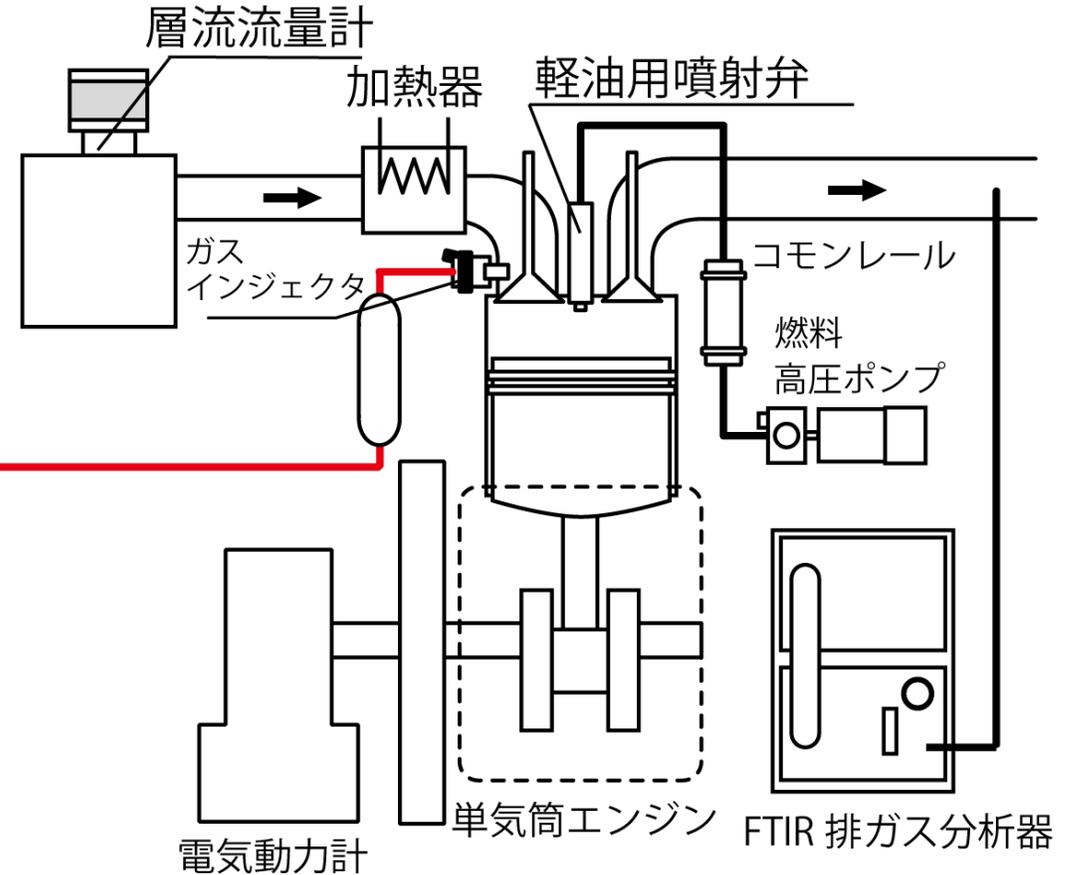
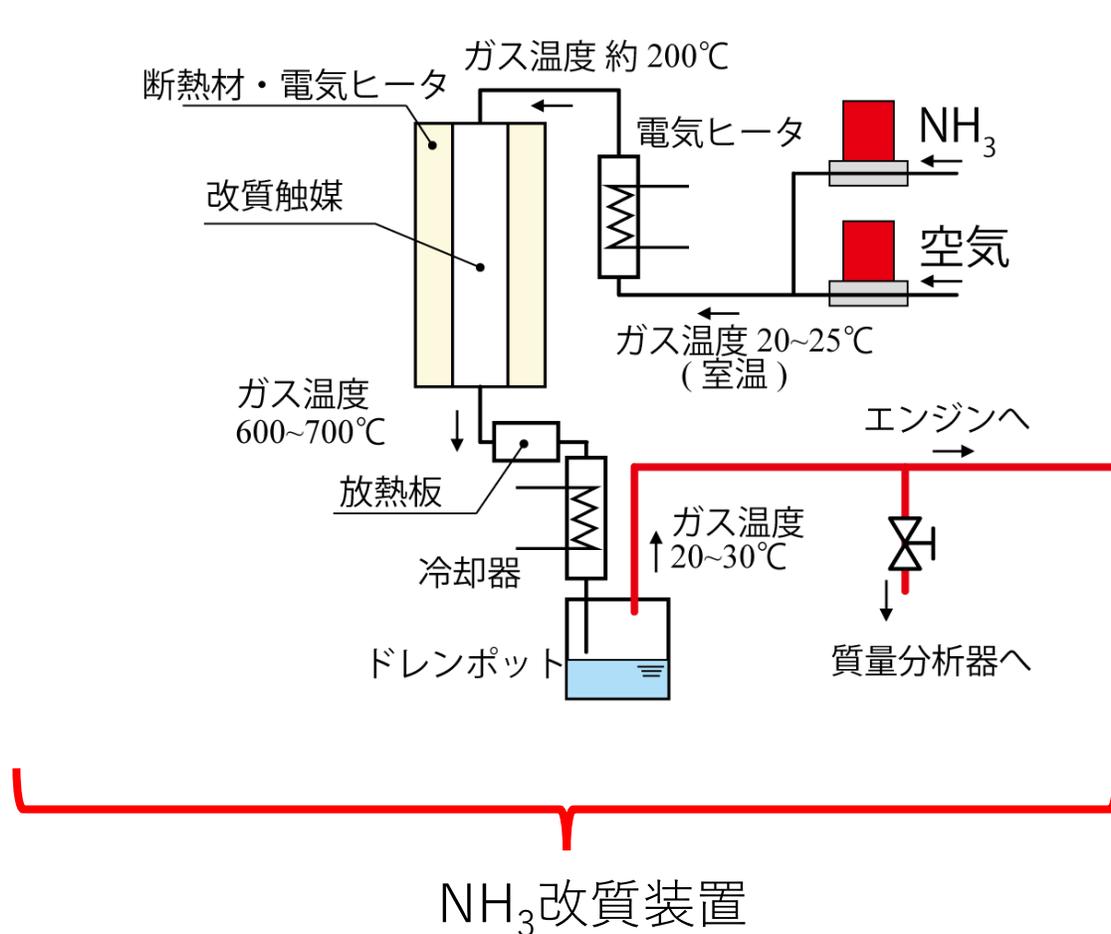
○自己発熱式触媒と電気加熱式触媒とについて

|     | 自己発熱式   | 電気加熱式  |
|-----|---|--|
| 触媒  | 非貴金属  | 貴金属  |
| 加熱器 | 不要  | 必要   |
| 反応器 |  |  |

単体試験と実機試験で評価

# 3) アンモニア改質器の開発状況 (5/7)

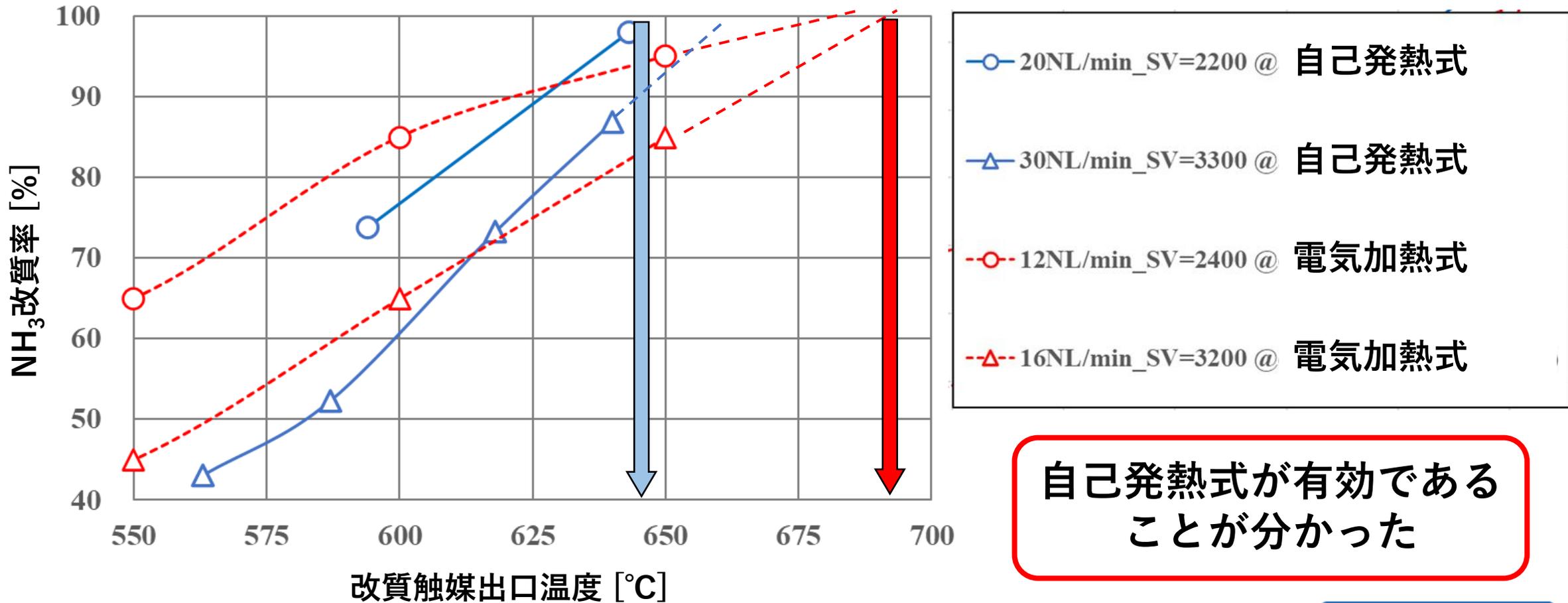
22年度テーマ: NH<sub>3</sub>改質触媒の実機評価について  
 ○NH<sub>3</sub>改質装置と試験機関について



### 3) アンモニア改質器の開発状況 (6/7)

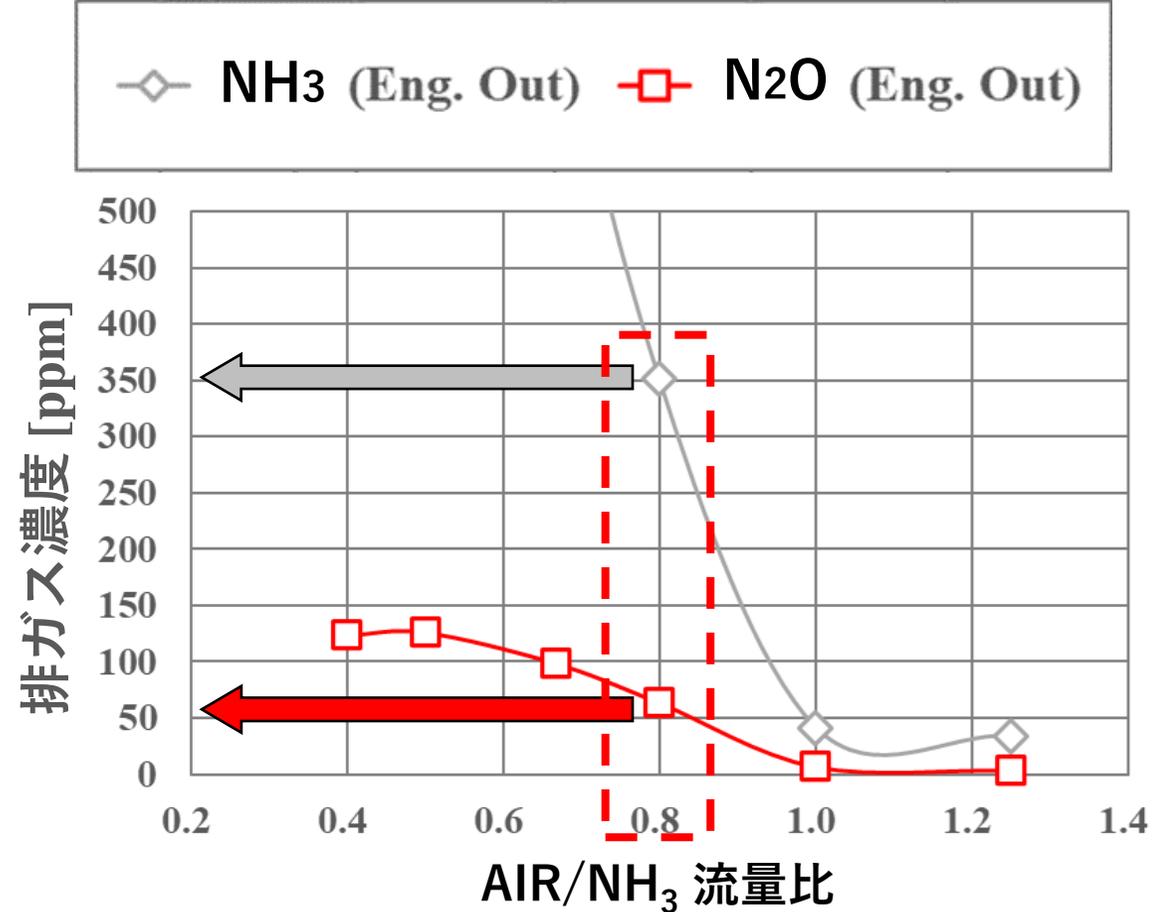
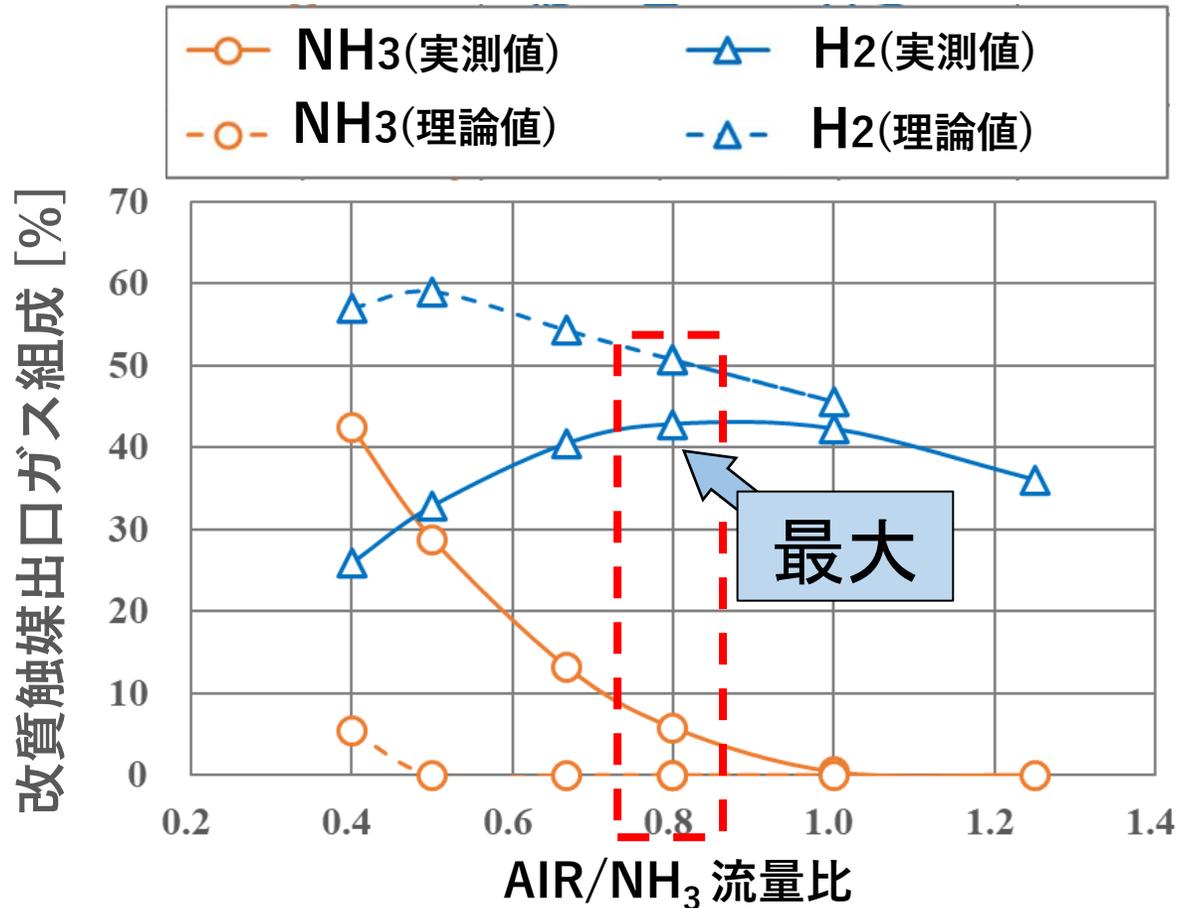
22年度テーマ: NH<sub>3</sub>改質触媒の実機評価について

○ 単体試験結果について



# 3) アンモニア改質器の開発状況 (7/7)

○単気筒試験結果について@自己発熱式改質触媒



**NH<sub>3</sub>濃度や触媒劣化の監視が必要**

## 4) まとめ

1. 水素燃料エンジンの開発では、国土交通省様の助成を受け、基礎研究および単気筒試験を実施し、安定した燃焼と高出力をほぼ達成（令和5年度末まで継続）。
2. アンモニア改質器について海技研様・日立造船様と共同研究を行い、改質触媒・システムの開発を継続中
3. その他、アンモニア、メタノールについても燃焼試験とエンジン開発を進めている。

# ご清聴ありがとうございました

技術は地球を守るために。  
DAIHATSU DIESEL

DAIHATSU DAIHATSU DIESEL



DAIHATSU DIESEL MFG. CO., LTD. **DAIHATSU**

18

Copyright © 2023 DAIHATSU DIESEL MFG.CO.,LTD.