

# 水素燃料火花点火機関の異常燃焼に関する研究 ーノッキング予測モデルの構築ー\*<sup>1</sup>

## Research on Abnormal Combustion in Hydrogen-Fueled Spark Ignition Engines - Construction of a Knocking Prediction Model -

神戸 浩揮<sup>\*2</sup> 増田 糧<sup>\*3</sup> 田中 剛<sup>\*2</sup>  
Hiroki Kambe Ryo Masuda Takeshi Tanaka

\*1 自動車技術会論文集 Vol.56, No.6 \*2 先行開発部 \*3 (株)豊田中央研究所

### 要 旨

水素燃焼のノッキング予測モデルを構築した。本報では、NO(一酸化窒素)濃度が水素の着火遅れ時間に与える影響に着目した。水素はガソリン燃料と比較し、NOによる着火遅れ時間の短縮効果が顕著であることが明らかとなった。また、ノッキング判定には、Livengood-Wu積分に基づく燃焼割合を閾値に用いることで、実験結果の再現を確認した。本研究より、水素用ノッキング予測モデルではNOの影響を適切に組み込むことが重要であることを示した。

キーワード: 内燃機関、水素、燃焼解析、ノッキング、着火遅れ時間

### Abstract

A knocking prediction model for hydrogen combustion was developed. This study focused on the influence of nitric oxide (NO) concentration on the ignition delay time of hydrogen. It was revealed that hydrogen exhibits a significantly pronounced effect of NO in reducing the ignition delay time compared to gasoline fuel. In addition, knocking was evaluated using a threshold based on the combustion progress determined by the Livengood-Wu integral, and the model successfully reproduced experimental results. This study highlighted the critical importance of incorporating the influence of NO concentration into the knocking prediction model for hydrogen combustion engines.

Keywords: Heat engine, Hydrogen, Combustion analysis, Knocking, Ignition delay time

# Experimental Study on Hydrogen-Methane Co-Combustion in Small Gas Engines

## 小型ガスエンジンにおける水素-メタン混合燃焼の実験的研究\*<sup>1</sup>

田中 健太<sup>\*2</sup> 谷 俊宏<sup>\*2</sup> 佐古 孝弘<sup>\*3</sup>  
Kenta Tanaka Toshihiro Tani Takahiro Sako

\*1 THE 29th SMALL POWERTRAINS AND ENERGY SYSTEMS TECHNOLOGY CONFERENCE (SETC), Florence, Italy, November 2025にて発表  
\*2 先行開発部 \*3 大阪ガス(株)

### Abstract

To adapt internal combustion engines for a carbon-neutral society, the utilization of hydrogen has garnered attention. Hydrogen, however, has a characteristic of igniting with extremely low energy, making it prone to abnormal combustion. In this study, we address the specific challenges associated with hydrogen by mixing methane, which possesses a high heating value and a lower tendency for abnormal combustion. Through experiments using a naturally aspirated engine, it was confirmed that this approach not only resolves hydrogen-related issues but also contributes to improvements in power output, thermal efficiency, and NOx reduction.

Keywords: Hydrogen, Methane, Co-combustion, Spark ignition engine, Alternative fuel

### 要 旨

内燃機関をカーボンニュートラル社会に適応させるための手段として、水素の利用に着目。水素は極めて小さいエネルギーで着火するため異常燃焼が発生しやすい特性を持つ。本研究では、発熱量が高く異常燃焼が発生し難い特性を持つメタンを混合することにより、水素特有の課題を解決するとともに、出力向上、熱効率改善、NOx(窒素酸化物)低減が可能であることを自然吸気エンジンで確認した。

キーワード: 水素、メタン、混焼、火花点火エンジン、代替燃料