

K2-9

## DME / メタン混合燃料における過給 HCCI 機関の発光計測

## Light Emission Measurement of Supercharged HCCI Engine Using Blended Fuel of DME and Methane

○中嶋誠一<sup>1</sup>, 榎本雅典<sup>1</sup>, 小杉崇史<sup>1</sup>, 望月啓佑<sup>1</sup>, 石川芳広<sup>2</sup>  
飯島晃良<sup>3</sup>, 庄司秀夫<sup>3</sup>

\*Seiichi Nakajima<sup>1</sup>, Masanori Enomoto<sup>1</sup>, Takashi Kosugi<sup>1</sup>, Keisuke Mochiduki<sup>1</sup>, Yoshihiro Ishikawa<sup>2</sup>  
Akira Iijima<sup>3</sup>, Hideo Shoji<sup>3</sup>

In recent year, by global environmental problems, it's necessary for internal combustion engine to achieve higher efficiency and cleaner exhaust emission gas levels. Then we focused on the Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI) Combustion. It has attracted widespread interest as a combustion system for application to internal combustion engines because it can achieve both high efficiency and low exhaust emissions. This study focused on the use of a two-component fuel blend and supercharging as possible means of overcoming these issues of HCCI combustion. We investigate the influence of the intake air pressure on the heat release in hot flame by using supercharged HCCI combustion.

## 1. 序 論

予混合圧縮着火 (HCCI) 機関<sup>(1)</sup> は, 燃料と空気の予混合気をピストン圧縮により着火させる燃焼方式である. HCCI 燃焼は, 燃焼温度が低く燃料分布も均一なため, 窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) 及び粒子状物質 (PM) の同時低減が可能である<sup>(2)</sup>. しかし, 物理的な着火手段を持たないため, 着火時期の制御が困難である. また, 混合気が筒内の多点で同時着火するため熱発生が急峻であり, 騒音発生や高負荷領域における異常燃焼の発生が課題として挙げられる. そこで急峻な燃焼を抑制する手法として, 二種混合燃料と過給に着目した.

本研究では, 二種混合燃料を用いて過給圧力が熱炎における熱発生挙動にどのような影響を及ぼすのか実機を用いて調査を行った.

## 2. 実験装置及び実験方法

図 1 に本実験で用いた実験装置の概略図を示す. 4 サイクル空冷単気筒機関 (行程容積 299 cm<sup>3</sup>, 圧縮比 11.5 : 1) を用い, 燃料には自己着火しやすいジメチルエーテル (DME) と自己着火しにくく, 石油代替である天然ガスの主成分であるメタンを用いた. 質量流量計より流量制御した気体燃料を予混合装置で空気と予混合させ, 機関に投入することにより HCCI 燃焼を行った. 本研究では機関回転数 N = 1400 rpm 一定のもとで実験を行った. また吸気管途中に設けたヒータとインタークーラにより吸気温度を, 機械駆動式の過給機により吸気圧力をそれぞれ変化させた. 過給を行った際の新気の吹き抜けを最小限にするためタペッ

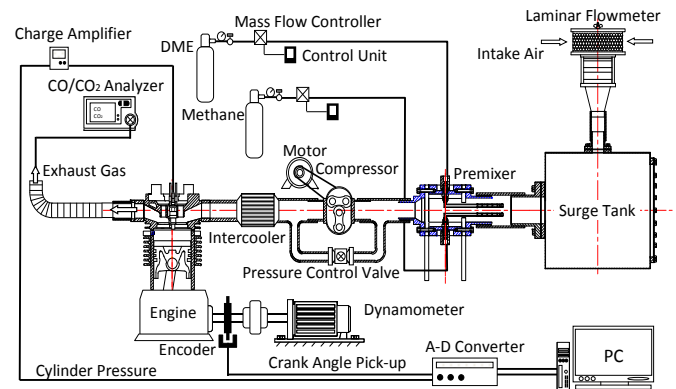


Fig. 1 Configuration of test equipment

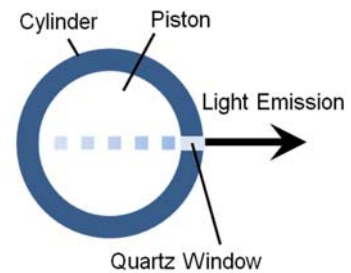


Fig. 2 Configuration of light emission measurement system

ト隙間を調節してバルブオーバーラップをゼロとした. 加えてシリンダヘッドに水晶圧力変換器を設置し筒内圧力を測定した.

また筒内火炎を観察するためシリンダブロック上部に石英製の観測窓を設けた. 図 2 に示すようにボア方向の火炎光を光ファイバにより分光器に導入し 395.2 nm の波長に分光する. この波長は熱炎反応における発光の主体となる CO と O の再結合反応による連続スペクトル発光 (CO-O 放射) が強い波長帯の一部であ

る<sup>(3)</sup>。分光された光を光電子増倍管に検出させ発光強度を得た。

### 3. 実験結果及び考察

投入熱量一定の条件において吸気圧力を変化させ実験を行い、吸気圧力の変化が HCCI 燃焼にどのような影響を与えるか調査を行った。

メタン投入熱量割合  $\gamma_{CH_4}$  ( $= Q_{CH_4} / Q_{in} \times 100$ ) = 40%, 総投入熱量  $Q_{in}$  ( $= Q_{DME} + Q_{CH_4}$ ) = 455 J/cycle 一定の条件において過給圧力を変化させた条件における実験結果を図 3 に示す。図 3 の波形は上から筒内圧力 P [MPa], 熱発生率 HRR [J/deg.], 筒内平均ガス温度 T [K], 395.2 nm における発光強度  $E_{395.2}$  [A.U.] を示す。また HCCI 燃焼に大きな影響を与えると思われる着火時期の影響を少なくするため、ほぼ同一の着火時期となるよう吸気圧力を調節し実験を行った。

熱発生率波形において、吸気圧力の変化に伴い熱炎形状が変化していることが分かる (図 3, 領域 A)。冷炎発生時期、熱炎発生開始時期がほぼ同一にも関わらず、吸気圧力が増加すると熱発生率最大値が低下し (図 3, 波形 2), さらに吸気圧力の上昇した条件では熱炎における二段熱発生現象が確認できる (図 3, 波形 3)。過給圧力の高い条件 (図 3, 波形 3) では、熱炎の二段熱発生現象により圧力上昇や筒内平均ガス温度の上昇も穏やかとなっていることなどから過給圧力を増加させることにより燃焼の緩慢化がされていることが分かる。

図 4 に筒内平均ガス温度と熱発生率 HRR [J/deg.], 395.2 nm の発光強度  $E_{395.2}$  [A.U.] の関係を示す。発光は約 900~1500 K の温度領域でみられることから、この温度領域で CO-O 放射が起こることが分かる。また、1500 K を超えたあたりで発光がみられないことから、温度が 1500 K 付近で CO が CO<sub>2</sub> に酸化する反応が終了すると考えられる。

### 4. 結論

- (1) 総投入熱量一定のもとで、吸気圧力を増加させると、緩慢な燃焼になる。
- (2) DME / メタン混合燃料を用いた場合、吸気圧力を増加させると、熱炎の熱発生率が低下し、二段熱発生現象を発生させることができる。
- (3) CO-O 放射は約 900~1500 K の温度領域で発生すると考えられる。

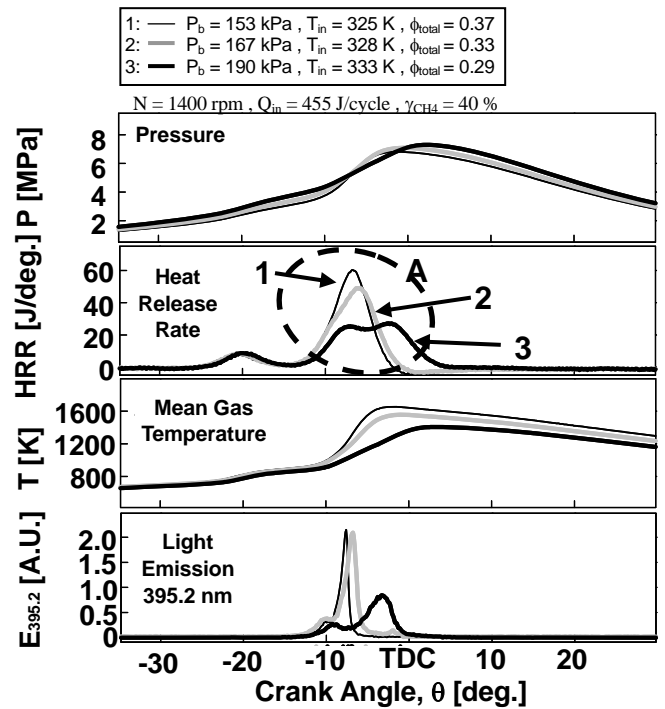


Fig. 3 Influence of intake air pressure under the same injected heating value

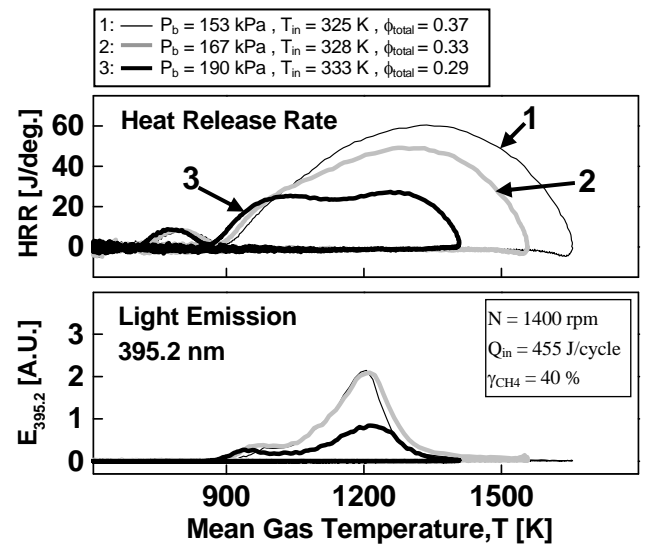


Fig. 4 Temperature dependence on HRR and light

### 5. 参考文献

- (1) 佐藤進, 山下大輔, 飯田訓正: 予混合圧縮自己着火燃焼に及ぼす燃料成分の影響 (第 1 報) -燃料成分の違いが予混合気の酸化反応過程に及ぼす影響-, 自動車技術会論文集, Vol. 38, No. 2, p. 113-118 (2007)
- (2) 尾崎, 山下, 佐藤, 飯田, 二種混合燃料の燃料組成が HCCI 燃焼機構に及ぼす影響, 自動車技術会論文集, 20064740, Vol. 37, No. 6, p. 121-126 (2006)
- (3) 飯島, 庄司, 発光・吸収計測による予混合圧縮着火燃焼の研究, 自動車技術会論文集, 20074793, Vol. 38, No. 6, p. 83-88 (2007)