K2-3

ストリーマ放電アシストが HCCI 燃焼に与える影響

A Effect of Assist by Streamer Discharge on HCCI Combustion

○古荘拓磨[1]，近藤拓輝[1]，飯塚円香[1]，神園織衣[1]，竹田幸太郎[2]，吉田裕貴[2]，林智敏[2]，
飯島晃良[3]，浅井朋彦[4]，田辺光昭[5]　庄司秀夫[6]
*Takuma Furusyo[1], Hiroki Kondo[1], Madoka Iizuka[1], Orie Kamizono[1], Kotaro Takeda[2],
Hiroki Yoshida[2], Zhimin Lin[2], Akira Iijima[3], Tomohiko Asai[4], Mituaki Tanabe[5], Hideo Shoji[6]

The Homogenous Charge Compression Ignition (HCCI) engine is positioned as a next-generation internal combustion engine and has been the focus of extensive research in recent years. The major issues of HCCI engine operating is difficulty of ignition especially the cold condition, This study investigated detail of combustion characteristics under the circumstances at streamer discharge assist　by comparison images visualized inside the cylinder , and so on.

１．序論

近年，高効率かつ低公害な燃焼を実現しうる内燃機関として，予混合圧縮着火（Homogeneous Charge Compression Ignition 以下 HCCI）機関が注目され，広く研究されている． 過去の研究では，HCCI は低温時の失火などにより運転範囲が制限される事が問題視されている. 本研究では，この課題において低温時にストリーマ放電が HCCI 燃焼に与える影響について筒内の可視化撮影や, 指圧解析により調査した.

２．実験方法

２．１．供試機関の仕様及び実験条件

供試機関にはシュニーレ排気方式の 2 ストローク空冷単気筒ガソリン機関を用いた．供試機関仕様を表 1 に示す．有効圧縮比はピストンヘッドを分割し，スペーサーを間に挟み込む事により，本実験の条件である圧縮比 ε =12. 0 に設定した.

実験条件を 表 2 に示す．シリンダ内を全ボア領域で可視化するため，シリンダヘッド上部に石英窓を設け，高速度カメラでの撮影を行った．なお，撮影速度は 10000 fps (frames/sec)，解像度は 512 × 512 pixels とした．ストリーマ放電は周波数 f = 20 kHz 一定，入力電圧を任意に設定（9V, 12 V）し，連続的に発生させ行った.

２．２．測定項目及び測定方法

図 1 に実験装置の概略図を示す．主な測定項目はシリンダ内圧力 (P [MPa]) , 掃気温度 (T_{sc} [K]) ，排気温度 (T_{ex} [K]) である．筒内圧力はシリンダヘッド側部に取付けた水晶圧力変換器を用いて測定した．掃気温度は，排気ポート出口部に K 型シース熱電対を取り付け測定した．また，本研究では，熱発生率が 10 % に達した時のクランク角度を着火時期 θ_{10} [deg.] と定義した.

Table 1　Specifications of test engine

2-Stroke Air Cooled Single Cylinder Gasoline Engine	
Bore ×Stroke	72 × 60 mm
Displacement	244 cm
Engine Speed	N= 1200 rpm
Throttle	WOT
Test Fuel	PRF (70RON)
Effective Compression Ratio	e = 12.0 [-]
Equivarent Ratio	f = 0.6 [-]

Table 2　Experimental condition

Case No.	Scavenging Temperature	Frequency	Input voltage
Case 1	Tsc = 333 ～ 363 [K]	f = 20 kHz	Vin = 9 V
Case 2			Vin = 12 V

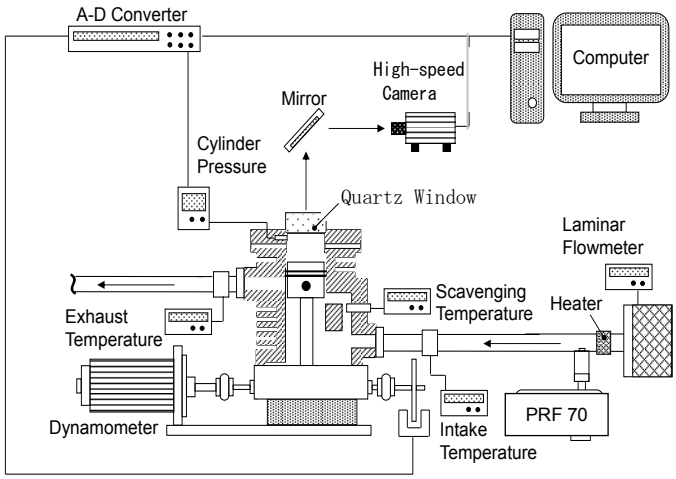

Fig. 1　Configuration of experimental equipment

３．実験結果及び考察

燃料には PRF 燃料 (70 RON) を用いて,掃気温度 T_{sc} = 333～363 K の温度領域で測定した．図 3 は掃気温度 T_{sc} = 353 K，圧縮比 ε = 12.0 の条件下での,それぞれの実験条件での圧力履歴, 熱発生履歴である. 図 2 から,

１：日大理工・学部・機械　２：日大理工・院・機械　３：日大理工・教員・機械　４:日大理工・教員・物理
5: 日大理工・教員・航空宇宙　6: 日大理工・名誉教授・機械

入力電圧を V_{in} = 12 V の条件において，大きく熱発生時期が進角していることが確認できる．

図 3 は着火時期と掃気温度の関係のグラフである．すべての温度領域において入力電圧 V_{in} を加えた際に着火性の向上が確認できる．さらに，333～343 K の温度領域では HCCI が燃焼まで至らなかったのに対して入力電圧 V_{in} = 12 V では燃焼出来ていることから，低温度領域でアシスト効果が得られていると考えられる．また，入力電圧 V_{in} = 9 V の条件では，入力電圧を加えた結果，着火時期が進角して TDC 付近で燃焼出来ていたが，HCCI 燃焼の出来ない温度領域での燃焼は確認できなかったため,アシスト効果は少なかったと考えられる．

図 4 は図 2 の圧力履歴に対応する可視化画像である．可視化画像に着目すると，入力電圧 V_{in} = 9 V ではプラグ近傍で火炎核が形成できなかったのに対して，入力電圧 V_{in} = 12 V ではプラグの周りで火炎核が形成され, 徐々に成長する様子が確認できる. このことから，入力電圧 V_{in} = 12 V のアシスト効果により，着火性能を向上できたと考えられる．

4．結論

ストリーマ放電により， HCCI の着火性能が向上できることが分かった．その結果, HCCI 燃焼ができない温度領域でのアシスト効果が確認できた.

5．参考文献

[1] 白石泰介[他]，「低温プラズマによる HCCI 燃焼自着火促進技術に関する研究」自動車技術会 春季大会

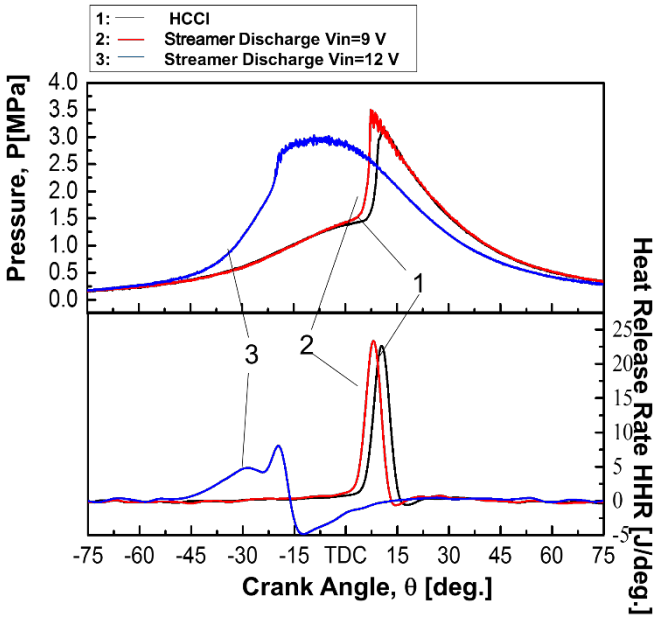

Fig. 2 Effect of streamer discharge on combustion

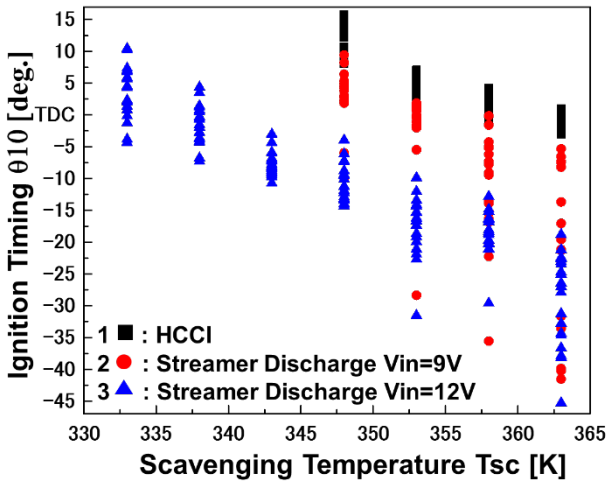

Fig.3 Crank angle vs scavenging temperature

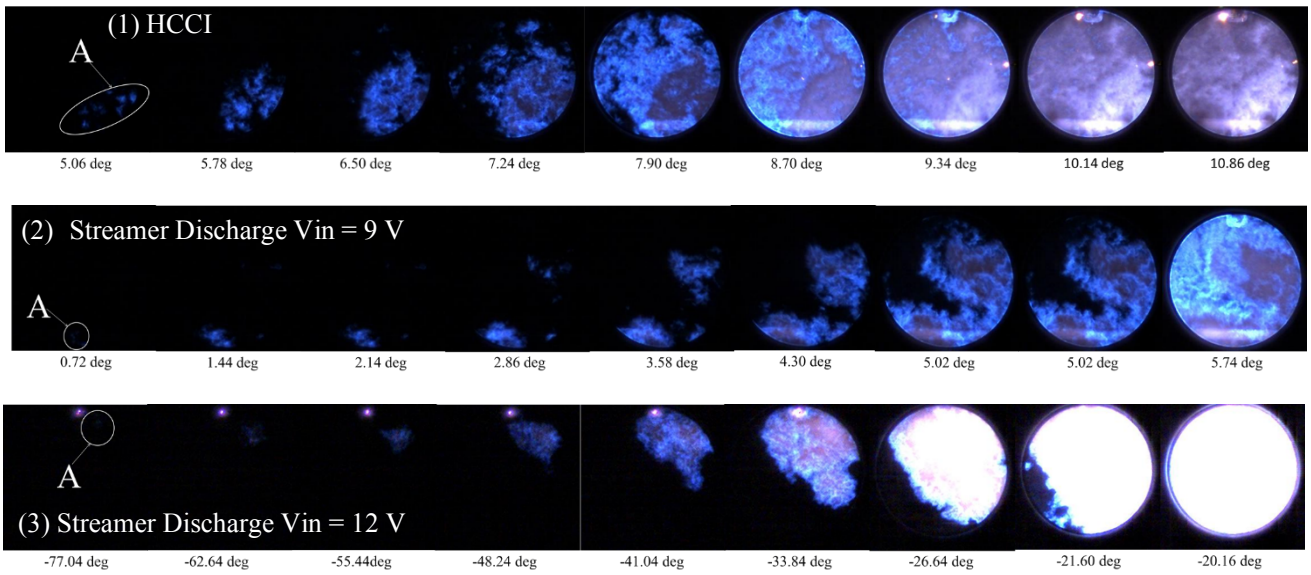

Fig.4 Visualization of flame formation and propagation