

## 過給ガソリン機関の潤滑油単一液滴の自発点火実験

日大生産工(院) ○楊 之晨 日大生産工(院) 村越 好泰  
日大生産工 野村 浩司 日大生産工 菅沼 祐介

### 1 緒言

近年、化石燃料の大量消費により、二酸化炭素などの温室効果ガスの排出による地球温暖化の問題が生じている。また、化石燃料の枯渇も深刻な問題になっている。このような状況において、自動車にはより効率的なエンジン機関が求められている。

従来の自然吸気ガソリンエンジンと比べ、過給ガソリンエンジンは出力重量比が大きいため、自動車システムとしての省エネルギー化が図れると期待されている。また、低速トルクが大きく、低回転数高負荷領域での運転に優れているため、機械損失およびポンプ損失の低減が図れる。一方、過給ガソリンエンジンは低回転高負荷域において、低速プレイグニッション(LSPI)と呼ばれる異常燃焼が発生する。LSPIはガソリンノックよりも激しいノックを誘発するため、機関の損壊に繋がる危険性がある。

LSPIの発生は、ピストンクレビス部近傍から飛散する潤滑油を含む燃料液滴に起因する可能性が高いという報告<sup>(1)(2)</sup>がある。潤滑油を含む燃料を用いてLSPIを再現する研究が最近増えているが、潤滑油そのものの蒸発・点火・燃焼特性についての研究は少ない。本研究ではガソリンエンジン潤滑油の点火特性を把握するため、潤滑油液滴を圧力と温度条件を変更できる容器に挿入して点火実験を行った。

### 2 実験装置

実験装置を図1に示す。高压容器、高压容器内部モジュール、温度制御装置、液滴観察装置から構成される。高压容器は内径100 mm、高さ292 mmの円筒であり、耐圧5 MPaで設計されている。また、本体側面には対称位置に液滴観察用のガラス窓が2対設けられている。高压容器内部モジュールは燃焼容器、液滴支持部、液滴移動装置、液滴生成装置、温度制御装置および計測装置から構成される。燃焼容器は二重構造となっており、電気シースヒーターで加熱する

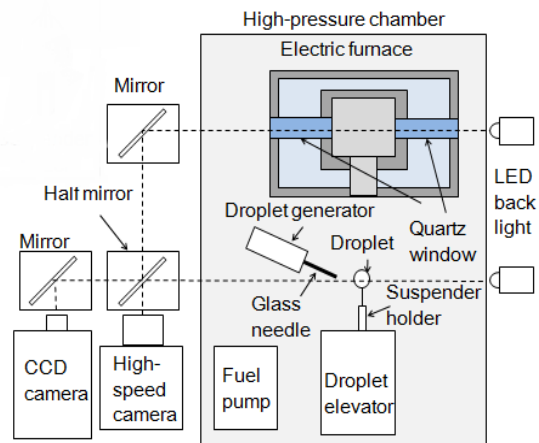


Fig. 1 Experimental apparatus.

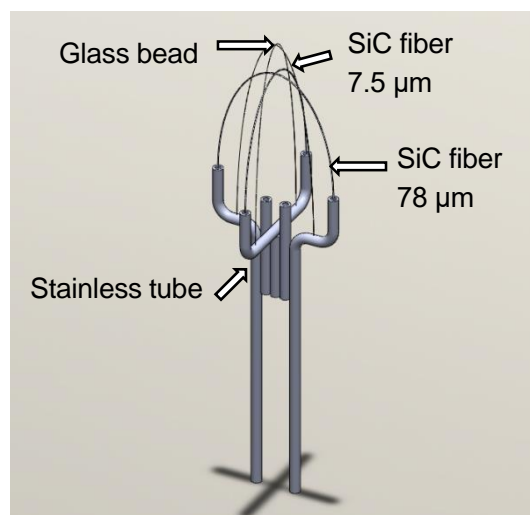


Fig. 2 Droplet suspender

ことで容器内部の温度を上昇させる。図2に液滴支持棒を示す。液滴支持棒は曲げ加工をしたステンレス管、アーチ状に張った直径78 μmのSiCファイバおよび懸垂線によって構成される。懸垂線には直径7.5 μmのSiCファイバを用い、基礎となる直径78 μmのSiCファイバと同様に2本の懸垂線をアーチ状に張り、頂点を交差させてガラスで接着した。この交点に液滴を懸垂する。液滴は空気圧ポンプを用いた法を採用した。

燃料には過給ガソリン機関用の潤滑油を用いた。

実験のパラメータは雰囲気温度 $T_a$ 、雰囲気圧力 $P_a$ 、液滴の初期直径 $d_0$ である。液滴の点火開始時刻と終了時刻の検出にはフォトトランジスタを用いた。

### 3 実験結果および考察

雰囲気圧力を 0.10 MPa、雰囲気温度を 773 K および 873 K、液滴初期直径を 0.4 mm とし、実験を行った。図 3 に正規化液滴直径履歴を示す。いずれの温度条件でも、自発点火は生じなかった。液滴の温度上昇により初期加熱期間において液滴直径が増大し、その後、減少した。いずれの温度条件でも、蒸発過程でパフィンクが発生した。これは、潤滑油中の低揮発成分によるものと考えられる。または、液滴表面で重合反応が起こり、重合反応によって生じた物質が液滴表面を覆ったため、内部に閉じこめられた潤滑油がパフィンクを起こした可能性もある。蒸発終了後に蒸発しない残留物が残っていた事実は、後者の可能性を支持している。雰囲気温度・圧力を上昇させると、この残留物は残らないことは確かめられている。残留物はブタン火炎を近づけると燃焼して消滅した。重合反応は室温でも進行する。そのため液滴の成分を統一させるには、液滴生成部の温度、液滴生成から高温容器に挿入するまでの時間を揃える必要がある。今後は温度、圧力条件を変えて実験を行い、点火遅れ時間の取得、自発点火のマップを作成する計画である。

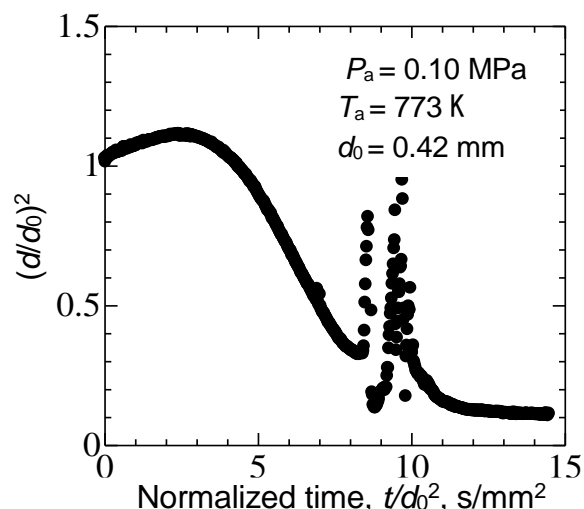
### 4 結言

通常重力環境、雰囲気圧力0.10 MPa、雰囲気温度773 Kおよび873 Kの条件で実験を行い、潤滑油液滴の液滴直径履歴を取得した。得られた知見を以下に示す。

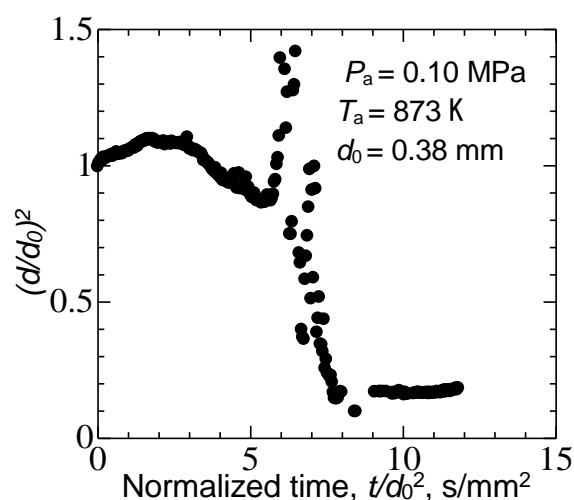
- (1) 本実験の条件では潤滑油液滴は自発点火しない。
- (2) 蒸発過程でパフィンクが発生した。
- (3) 潤滑油液滴の一部が重合反応を起こした可能性がある。

「参考文献」

- (1) 越後亮, 伊藤孝典, 宮井契史: 過給直噴



(a)  $P_a=0.1$  MPa,  $T_a=773$  K,  $d_0=0.42$  mm



(b)  $P_a=0.1$  MPa,  $T_a=873$  K,  $d_0=0.38$  mm

Fig. 3 Nondimensional diameter history of engine-oil droplet

ガソリンエンジンにおける低速プレイグニッションのメカニズムに関する研究, 自動車技術学会論文集 46(4), 763-768, 2015-07.

(2) Dahnz, C., Han, K., Spicher, U., Magar, M. et al., "Investigations on Pre-Ignition in Highly Supercharged SI Engines," SAE Int. J. Engines 3(1):214-224, 2010, doi:10.4271/2010-01-0355.