

Application News

No. V22

高速度ビデオカメラ
High-Speed Video Camera

自動車エンジンの燃料噴霧に関する高速度撮影 High Speed Imaging for Fuel Injection of Automotive Combustion Engine

はじめに

Introduction

車の心臓部であるエンジンは、燃料と空気（酸素）をエンジン内部で混合し、爆発的に燃焼させることで動力にしています。Fig. 1 に自動車エンジンの構造の一例を示します。吸気バルブから導入された空気と、インジェクタから噴霧されたガソリンからなる混合気は、ピストンにより圧縮され、ピストンが上昇しきる手前で、点火プラグにより着火され急速に燃焼します。この燃焼ガスの圧力でピストンが押し下げられてクランクを回転させることで、燃焼ガス圧が回転運動に変換されます。燃焼が終わると排気バルブが開き、燃焼ガスを排気ガスとして排出します。

近年、環境対策のために、エンジンの各動作工程の見直しが進められており、その中で高速撮影による可視化は重要な観察手法となっています。例えば、排気ガスに含まれる有害微粒子である PM2.5 は、インジェクタから噴霧されたガソリンがシリンダ壁面へ付着することが原因の一つと考えられています。また、燃費向上に関しては、噴霧時のガソリンの微細化や均一化を行うことが重要です。

今回、高速度ビデオカメラ HPV-X2 を用いて、インジェクタによる燃料噴霧の様子と、噴霧の壁面への衝突の様子を撮影しましたのでご紹介します。

F. Yano

測定システム

Measurement System

実験には高速度ビデオカメラ HPV-X2 を用いました。Table 1 に使用した装置を示します。今回は実物のエンジンではなく、上側にインジェクタ、下側に平面板を設置したもので撮影を行いました。

測定結果

Measurement Results

Table 2 に撮影条件を、Fig. 2 に撮影の様子を示します。Fig. 3 ～ 6 に撮影 (1) の画像を示します。インジェクタによる燃料噴霧の撮影では、ノズル出口近傍、ノズルから 1 mm 下方、2 mm 下方、4 mm 下方の様子をそれぞれ撮影しました。ノズル近傍ではまとまっていた燃料が、下方にいくほど分散していく様子がわかります。

ノズルから噴霧された燃料は、最終的にはシリンダ壁面に衝突します。Fig. 7 に燃料のシリンダ壁面への衝突の様子を示します。Fig. 7 の画像②において約 40 μm の液滴が壁面に衝突する様子を鮮明に撮影することができました。衝突後に生じた液滴の中には画像⑨の矢印が示すような 10 μm の大きさの液滴も確認できました。

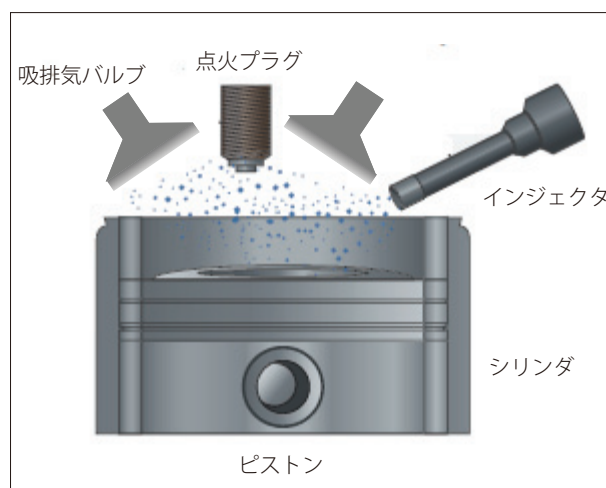


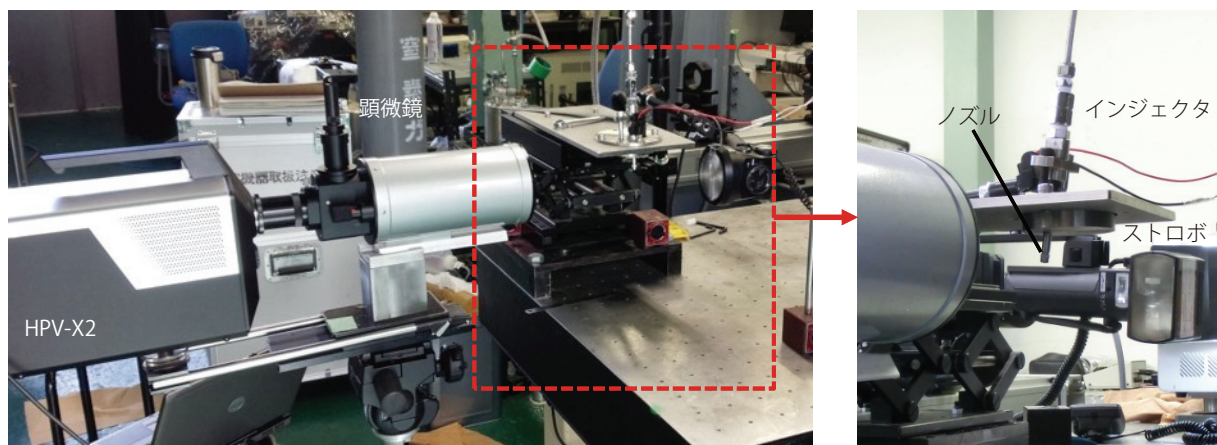
Fig. 1 自動車エンジンの構造
Structure for Automotive Combustion Engine

Table 1 試験装置
Experimental Equipments

高速度ビデオカメラ	: HPV-X2
顕微鏡	: 長距離顕微鏡
照明	: ストロボ

Table 2 撮影条件
Imaging Conditions

撮影速度	1000万コマ/sec (噴霧の様子)
	200万コマ/sec (衝突の様子)



装置全体の様子 (左) , ノズル近傍の様子 (右)

Fig.2 撮影の様子
Experimental Equipments

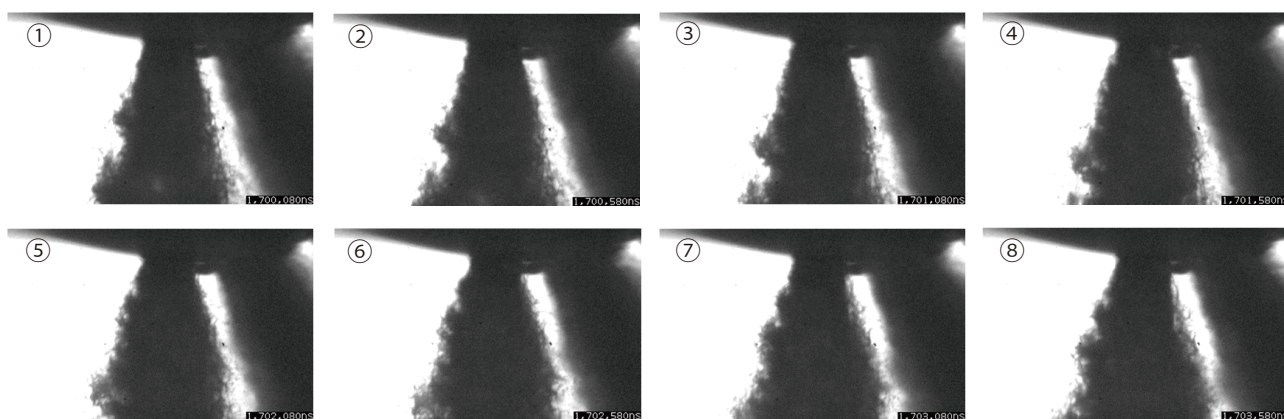


Fig.3 ノズル出口近傍の様子 (画像間の時間間隔は 500 ns)
High Speed Images of Close to Nozzle (Interval of images: 500 nsec)

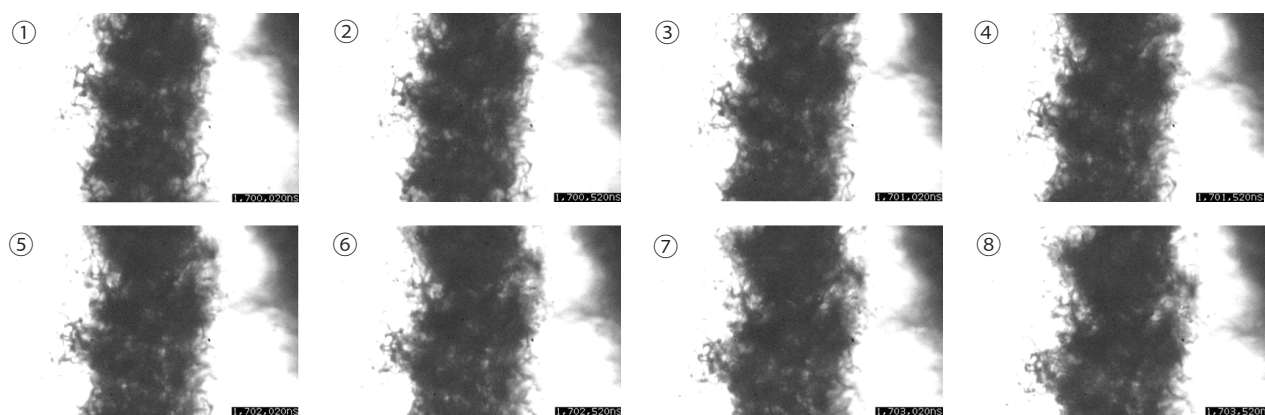


Fig.4 ノズルから 1 mm 下方の様子 (画像間の時間間隔は 500 ns)
High Speed Images of 1 mm Lower from Nozzle (Interval of images: 500 nsec)

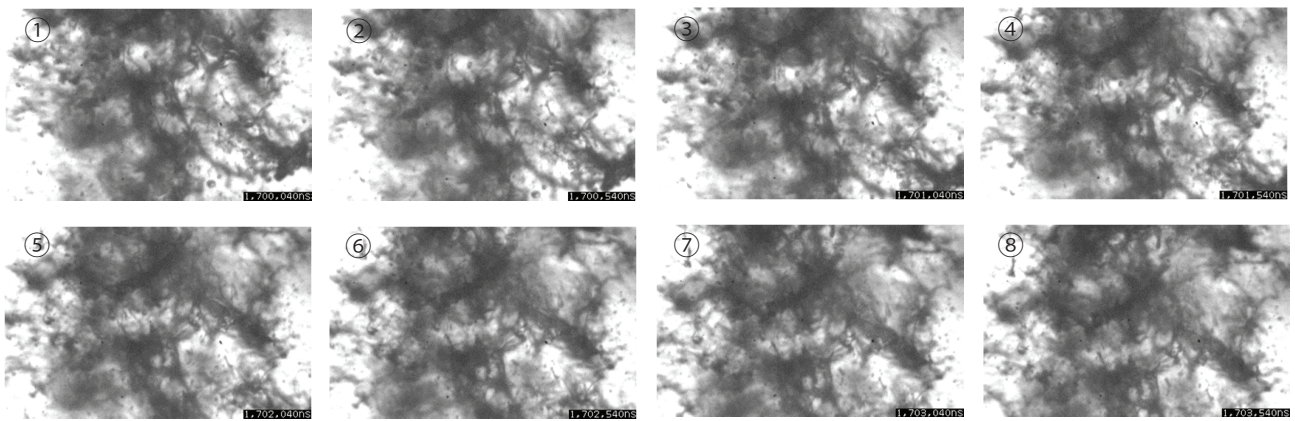


Fig. 5 ノズルから 2 mm 下方の様子 (画像間の時間間隔は 500 ns)
High Speed Images of 2 mm Lower from Nozzle (Interval of images: 500 nsec)

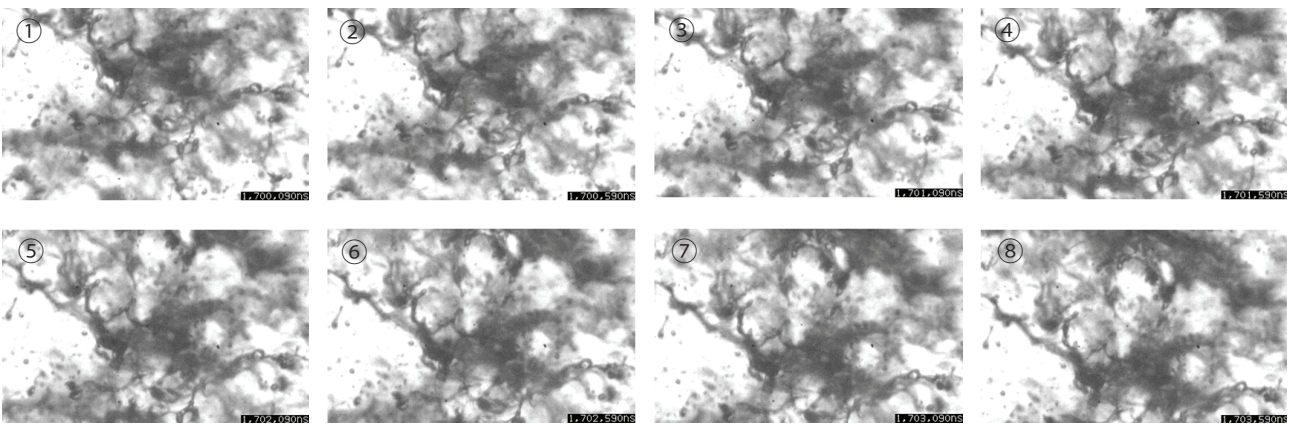


Fig. 6 ノズルから 4 mm 下方の様子 (画像間の時間間隔は 500 ns)
High Speed Images of 4 mm Lower from Nozzle (Interval of images: 500 nsec)

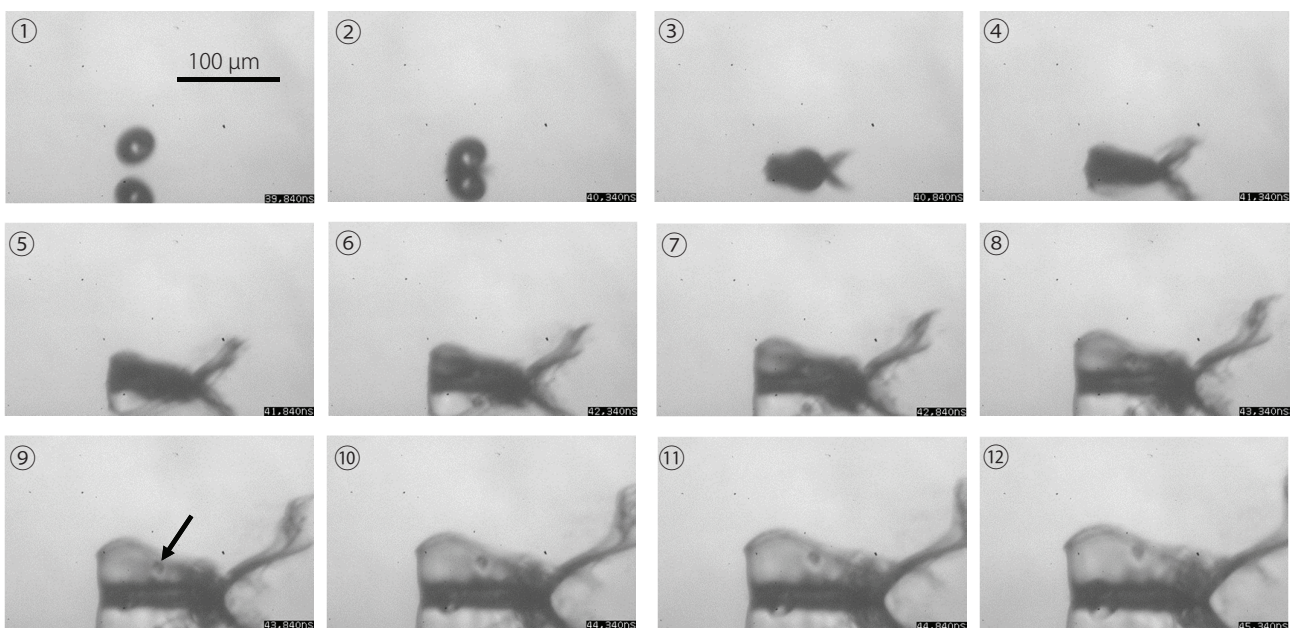


Fig. 7 壁面への衝突の様子 (画像間の時間間隔は 500 ns)
High Speed Images of Collision to the Wall (Interval of images: 500 nsec)

■おわりに

Conclusion

高速度ビデオカメラ HPV-X2 を用いて、インジェクタによる燃料噴霧の様子と、噴霧の壁面への衝突の様子を撮影しました。インジェクタからの噴霧速度は非常に速く、噴射圧によっては、140 m/sec に達することもあります。そのため、このような高速の対象を顕微鏡で観察するためには 1000 万コマ/sec 以上の撮影速度が必要になります。従来機 (HPV-X) では感度不足により、鮮明な画像が得られませんでした、

HPV-X2 では HPV-X の 6 倍以上の感度を有するため、顕微鏡下でも、噴霧の微細な構造や、液体の質感を捉えることができます。噴霧の壁面の衝突の様子も鮮明に撮影することができ、飛散する粒子の粒子径を画像処理ソフトを用いて測定することができます。このように HPV-X2 を用いることで、自動車エンジンのインジェクタの開発に役立てていただくことができます。