

日本実験力学学会 2018 年度年次  
講演会に参加して

佐藤 良亮

Ryosuke SATO

機械システム工学専攻修士課程 1年

1. はじめに

2018年8月27日から29日にかけて山梨大学で開催された日本実験力学学会2018年度年次大会に参加し、「定容燃焼器における3つの受感部を有するイオンプローブを利用した2次元火炎伝ば速度ベクトルの計測」という題目で発表を行った。以下に、発表内容を示す。

2. 研究内容

2.1 緒言

自動車業界において、エネルギー問題解決に貢献するためには、高強度乱流燃焼を用いた、高効率な内燃機関の開発が必要である。燃焼器内で生じる高強度乱流燃焼の火炎では、火炎面に凹凸ができるため、様々な方向に火炎面が伝ばする。したがって、火炎伝ば速度ベクトルを計測することが重要である。本研究では、まず手始めに内燃機関の燃焼室を模した定容燃焼器における1次元平面火炎を、3つの受感部を有するイオンプローブを使用して2次元の火炎伝ば速度ベクトルを調べることを目的とした。

2.2 火炎伝ば速度ベクトル  $V_f$ <sup>[1]</sup>

火炎面がイオンプローブの受感部を通過すると、イオン電流を計測することができる。イオンプローブの受感部は、Fig. 1のように三角形に配置する。その座標は、受感部0を基準として、受感部0(0, 0)、受感部1( $r_{1x}, r_{1y}$ )および、受感部2( $r_{2x}, r_{2y}$ )である。また、受感部0のイオン電流波形の極大値の時刻と受感部1および、受感部2の極大値の時刻差  $\tau_1$ 、および、 $\tau_2$  を、Eq(1)、Eq(2)、および、Eq(3)

により、火炎伝ば速度ベクトル  $V_f$  の方向余弦  $n_x, n_y$ 、および、絶対値  $V_f$  が求められる。

$$n_x = \frac{\begin{vmatrix} \tau_1 & r_{1y} \\ \tau_2 & r_{2y} \end{vmatrix}}{\left\{ \begin{pmatrix} \tau_1 & r_{1y} \\ \tau_2 & r_{2y} \end{pmatrix}^2 + \begin{pmatrix} r_{1x} & \tau_1 \\ r_{2x} & \tau_2 \end{pmatrix}^2 \right\}^{1/2}} \quad (1)$$

$$n_y = \frac{\begin{vmatrix} r_{1x} & \tau_1 \\ r_{2x} & \tau_2 \end{vmatrix}}{\left\{ \begin{pmatrix} \tau_1 & r_{1y} \\ \tau_2 & r_{2y} \end{pmatrix}^2 + \begin{pmatrix} r_{1x} & \tau_1 \\ r_{2x} & \tau_2 \end{pmatrix}^2 \right\}^{1/2}} \quad (2)$$

$$|V_f| = \frac{\begin{vmatrix} r_{1x} & r_{1y} \\ r_{2x} & r_{2y} \end{vmatrix}}{\left\{ \begin{pmatrix} \tau_1 & r_{1y} \\ \tau_2 & r_{2y} \end{pmatrix}^2 + \begin{pmatrix} r_{1x} & \tau_1 \\ r_{2x} & \tau_2 \end{pmatrix}^2 \right\}^{1/2}} \quad (3)$$

2.3 実験装置および実験方法

実験で使用した燃焼器の概要を Fig. 2 に示す。伝ば火炎実験には、幅 100 mm × 高さ 60 mm × 奥行 22

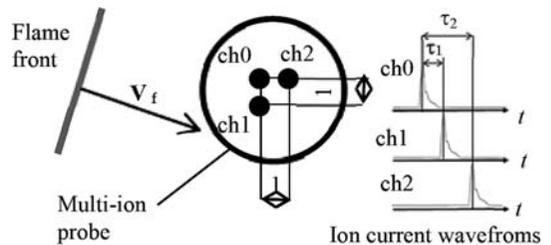


Fig. 1 Measurement of a flame propagation velocity vector

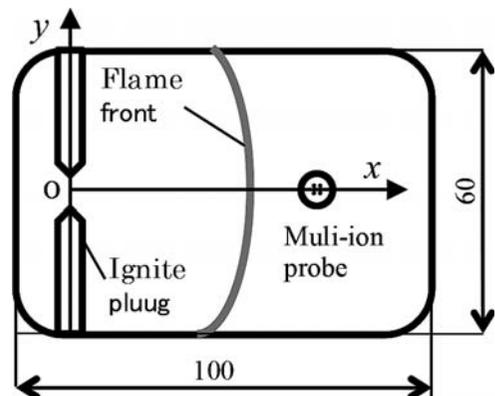


Fig. 2 Schematic of the combustor

mm の定容燃焼器を使用し、当量比 1.10 のプロパン-空気予混合気を、絶対圧 0.15 MPa まで充填した後、点火栓にて点火した。

その際に生じる伝ば火炎のイオン電流波形を、燃焼室背面から挿入したマルチイオンプローブにて計測した。

#### 2.4 実験結果および考察

本研究でイオン電流を Fig. 3 に示す。図中の ch 1, 2, および 3 は、受感部の番号を示している。時刻  $t = 83$  ms から  $t = 86$  ms にかけて、火炎面が、イオンプローブのそれぞれの受感部に接触した際のイオン電流と考えられる波形を計測することができた。Fig. 3 では、受感部 0 と 1 のイオン電流波形のピークの時刻差  $\tau_1$  は、0.63 ms であった。同様に、受感部 0 と 2 のイオン電流波形のピークの時刻差  $\tau_2$  は、2.89 ms であった。 $\tau_1, \tau_2$  の値と受感部間の座標  $r_{1x}, r_{1y}, r_{2x}, r_{2y}$  の情報を Eq.(1), (2) および, (3) に代入することで、火炎伝ば速度  $V_f$ , 方向余弦  $n_x$ , および,  $n_y$  は、それぞれ、0.304 m/s, 0.98, および 0.21 が得られた。方向余弦  $n_x$ , および,  $n_y$  が 0.98, および 0.21 ということは、すなわち、火炎伝ば速度ベクトル  $V_f$  は、計測点から  $x$  軸対して  $-12.1$  deg. の方向に傾いていることを示している。

また、高速度カメラで撮影した火炎面が、イオンプローブを通過した際の隣接する 2 枚の画像から、 $x$  軸方向の火炎伝ば速度を調べた。その結果、0.293 m/s であった。この値と比較のため、イオンプローブを使用して得られた火炎伝ば速度ベクトル  $V_f$  の  $x$  軸成分の値を求めた。その値は、0.298 m/s であった。イオン電流から得られた値と高速度カメラから得られた値は、ほぼ一致し、パーセンテージで表しても、1.75% であった。このことから、イオンプローブを用いて 2 次元の火炎伝ば速度ベクトル  $V_f$  を調べることは妥当である。

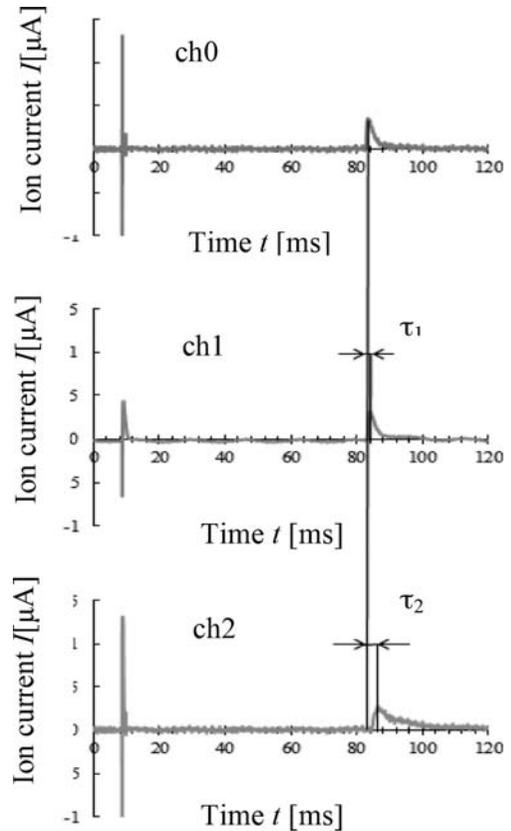


Fig. 3 Ion current waves derived in this study

### 3. おわりに

今回、他の先生方が発表されている中で、初めての学会発表でした。そのため緊張しましたが、無事に発表することができました。ご指導していただいた、野口佳樹先生、塩見洋一先生にお礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] Furukawa, J., Noguchi, Y., Hirano, T., F. A, Williams : Anisotropic Enhancement of Turbulence in a Large-scale, Low-intensity Turbulent Premixed Flame, J. Flu. Mech, 462, (2002), 209-243