

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：12608

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(A））

研究期間：2019～2022

課題番号：18KK0400

研究課題名（和文）複合レーザ計測による高圧・希薄乱流予混合火炎の火炎構造の解明とプラズマ利用制御

研究課題名（英文）Investigations on flame structures of turbulent lean premixed flames at elevated pressure by using combined laser diagnostics and combustion control using plasma actuators

研究代表者

志村 祐康（Shimura, Masayasu）

東京工業大学・工学院・准教授

研究者番号：30581673

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,500,000円

渡航期間： 6ヶ月

研究成果の概要（和文）：高強度乱流・高圧条件の希薄乱流予混合火炎の燃焼不安定性や燃焼振動特性などを火炎構造の観点から明らかにすることを目的とし、スワール型燃焼器に形成される完全または部分予混合乱流火炎に対して複合レーザ計測を適用することで研究を遂行した。様々な条件における計測結果から燃焼振動遷移時の特徴的な火炎構造や火炎基部構造の変動特性の要因などを明らかにした。さらに得られた火炎構造に関する知見に基づく燃焼振動制御法として、誘電体バリア放電（DBD）プラズマアクチュエータなどを検討し、その制御特性を明らかにした。また、さらなる火炎構造及び燃焼特性の解明に向けてPLIFなどに基づく温度計測手法を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で明らかにされた燃焼振動遷移時の特徴的な火炎構造や火炎基部構造の変動特性の要因は、燃焼振動現象を明らかにし、普遍的な燃焼制御手法の構築につながる知見である。さらに、構築されたPLIFに基づく温度計測手法とこれまでの化学種と流体速度の計測を併せて用いた研究を行うことで、実験データからも燃焼モデリングや数値計算の有用な検証データとなる。これらは燃焼器内の現象の理解を促進するとともに燃焼器開発で用いられる数値計算の高精度化につながり、デジタルツインの実現とそれによる燃焼器の高効率な運用の実現およびエネルギーの有効活用に大きく貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：The objectives of this research project are to clarify the combustion instability and combustion oscillation characteristics of lean turbulent premixed flames under high-intensity turbulence and elevated pressure conditions from the viewpoint of flame structure. The research was conducted by using the combined laser diagnostics of planar laser induced fluorescence (PLIF) and particle image velocimetry. From the measurement results under various conditions, the characteristic flame structures during a combustion oscillation transition and the factors of the variation characteristics of flame base structure were clarified. Furthermore, an active control method using a dielectric barrier discharge plasma actuator was developed for combustion oscillation control, and its control characteristics were clarified. In addition, a temperature measurement method based on PLIF was developed for further clarification of flame structure and combustion characteristics.

研究分野：熱流体工学

キーワード：乱流燃焼 燃焼振動 レーザ計測 燃焼制御 誘電体バリア放電プラズマアクチュエータ 能動制御

1. 研究開始当初の背景

近年の地球・都市環境問題への意識の高まりと共に、再生可能エネルギーの有効利用が求められているが、現在でも日本の一次エネルギーの約90%は化石燃料の燃焼により供給されている。再生可能エネルギーや原子力発電等が日本及び世界各国のエネルギー需要を満たすようになるには長い年月を要するため、環境問題の早急な解決には、高効率・低環境負荷燃焼器の開発が必要不可欠である。地球温暖化を抑制するためには、主要因であるCO₂の排出量を削減する必要があり、これには燃焼器の効率を向上させることが不可欠となる。一方、NO_x等の環境汚染物質の排出量を低減する必要があり、これらを同時に達成する一つの方法として希薄予混合燃焼が有効である。しかし、希薄予混合燃焼では、燃焼振動等の不安定現象が生じる。燃焼振動は、燃焼騒音を増大させ、燃焼器の機械的破壊を引き起こすため、希薄予混合燃焼を採用した高効率・低環境負荷燃焼器を実現するには燃焼振動の制御法を確立することが必要不可欠である。

従来、燃焼振動や燃焼騒音の原因は、燃焼器内の熱発生率の周期的な変動であると考えられているが、以前の研究(文献)から、熱発生率の変動は乱流予混合火炎のマイクロスケール及びマクロスケール構造と密接に関連していることが明らかにされている。この特性に注目して、それらを誘起する乱流火炎の変動に対して二次燃料噴射(文献)や誘電体バリア放電(DBD)プラズマアクチュエータ(文献)などにより変動を与えることにより、燃焼器内の圧力変動を制御できることが近年の研究から明らかにされている。これは、乱流火炎の構造と圧力変動の非線形な関係を利用した非線形制御である。これらにより効率的な制御手法を構築するには、非線形な火炎応答特性とそのメカニズムを解明する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、高強度乱流・高圧条件下の希薄乱流予混合火炎の燃焼特性、燃焼不安定性及び燃焼振動特性を火炎構造の観点から明らかにすること、さらに得られた知見に基づいて燃焼制御手法、特にプラズマを利用した制御手法を構築することを目的としている。

3. 研究の方法

- (1) 高強度乱流を伴う、大気圧から高圧条件の希薄乱流予混合火炎の火炎構造を平面レーザ誘起蛍光法(PLIF)とステレオ粒子画像流速計(PIV)を用いて検討する。
- (2) 燃焼振動の制御法として、DBDプラズマアクチュエータ及びナノ秒パルス放電プラズマを検討し、上記で得られた火炎構造に基づく制御法を構築するとともにその制御特性を調査する。
- (3) コヒーレント・アンチ・ストークス・ラマン分光法(CARS)やPLIFに基づく温度計測手法の構築を行う。

4. 研究成果

(1) 旋回乱流燃焼器内に形成される希薄乱流予混合火炎の燃焼振動に関する特徴的な火炎構造の検討

シングルスワール型の完全予混合燃焼器を対象として高速粒子画像流速計(高速PIV)やOHラジカルの平面レーザ誘起蛍光法(PLIF)を適用することで、燃焼振動と火炎構造及び流動との関係を明らかにしている。非燃焼場における高速PIV計測により、燃焼器中心軸に設置されたブラフボディが流速変動特性に与える影響等を明らかにした(文献)。希薄条件の燃焼場を対象としてOHラジカルのPLIF及びステレオPIVの高速複合レーザ計測を適用し、燃焼振動の発生に関わる特徴構造を検討した(図1)。当研究室の一連の研究において、圧力変動が小さい安定燃焼状態から圧力変動が増大した燃焼振動状態への移行を燃焼振動遷移と表現している。この遷移過程における火炎構造を検討し、その特徴的な構造を明らかにするとともに燃焼振動を抑制するための知見を獲得した。通常、燃焼振動時には燃焼器主流長手方向の固有モードが顕在化する。燃焼振動遷移時の乱流火炎構造が様々なモードの組み合わせから燃焼器の縦方向モードが卓越することを明らかにしている。しかし、燃焼振動遷移時の特に初期過程において、縦方向モードだけでなく、内側再循環領域に比較的高い周波数の変動が、また外側再循環

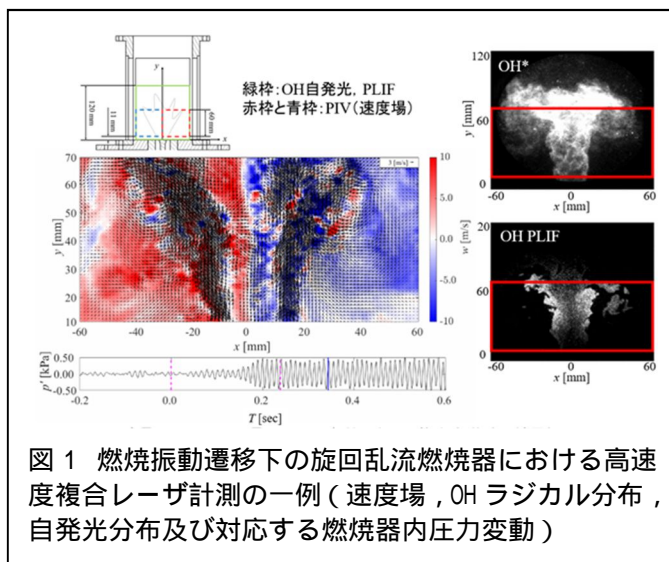


図1 燃焼振動遷移下の旋回乱流燃焼器における高速複合レーザ計測の一例(速度場, OHラジカル分布, 自発光分布及び対応する燃焼器内圧力変動)

領域に比較的高い周波数の変動が、また外側再循環

領域に比較的低い周波数帯の変動が生じることを明らかにした(図2)(文献)。

さらに計測結果に対して機械学習を施すことで燃焼振動遷移下にある希薄乱流予混合火炎の燃焼位相分類(図3)と特に燃焼振動遷移初期における火炎特徴構造を明らかにしている(文献)。これらの結果に基づきシングルスワール型燃焼器における誘電体バリア放電(DBD)プラズマアクチュエータによる流動制御に基づく燃焼振動抑制手法の構築を進めた。なお、高圧力条件下のスワール型燃焼器を対象とした計測とナノ秒放電プラズマによる火炎基部の安定化に関する研究は米国・マサチューセッツ工科大学(MIT)において Prof. Ghoniem とともに実施した。

(2) 希薄部分予混合燃焼の火炎基部変動特性の検討

燃料と酸化剤、ここでは空気が別系統で燃焼室まで導入される非予混合燃焼であるが、火炎が燃焼器に付着しない場合、燃焼器内で燃料と酸化剤の混合が行われ部分予混合火炎が形成される。本研究では、デュアルスワール型の部分予混合燃焼器を対象として上記の高速度複合レーザー計測を適用することにより火炎変動及び火炎基部などの特性を検討した(図4)。燃焼器の音響モードと火炎基部変動及び自発光変動との関係の検討を進め、部分予混合火炎の振動要因に関する知見を獲得した。火炎基部は燃焼器流入口で形成される大規模渦の変動に大きく影響を受け、このため、せん断層の特性が火炎基部の変動に直接的に影響し、火炎基部の変動特性は火炎基部付近の主流方向の速度勾配により整理可能であることを明らかにした(文献)。

(3) 誘電体バリア放電(DBD)プラズマアクチュエータによる燃焼振動の能動的制御

燃焼器流入口のせん断層の特性が燃焼振動の発生に大きく影響することが明らかである。本研究課題の気研究課題において、上記(1)で用いた燃焼器の予混合気流入口周囲に配置可能なDBDプラズマアクチュエータを開発し、この制御信号に圧力変動を利用した能動制御システムを構築した。この制御システムでは位相遅れ制御に基づいており、圧力変動抑制効果の高い制御位相を明らかにした(図5左)(文献)。なお、この制御で得られた燃焼状態は、従来の

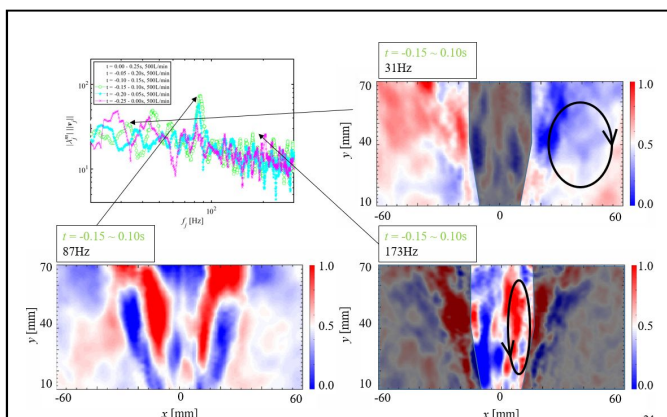


図2 燃焼振動遷移初期における速度分布の特徴的なモードの一例。

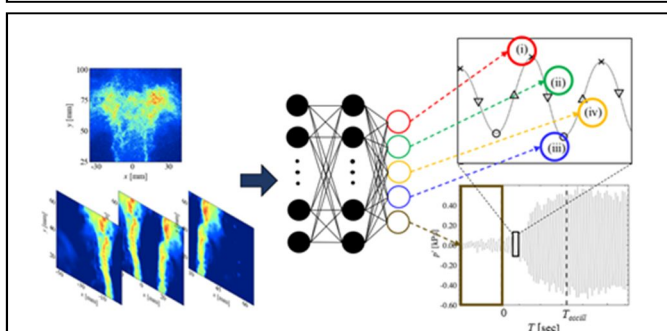


図3 機械学習による燃焼振動遷移下の燃焼位相分類と特徴構造抽出の例

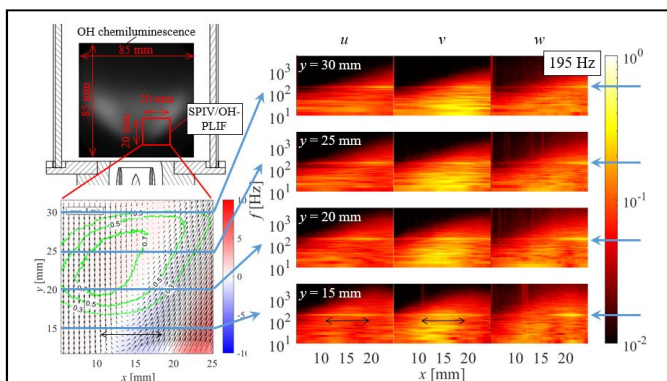


図4 デュアルスワール型の部分予混合燃焼器における計測結果の一例：速度及びOHラジカル存在確率の平均分布と速度変動スペクトル分布。

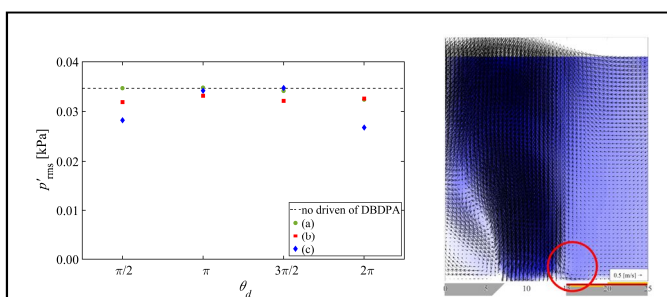


図5 左：DBDプラズマアクチュエータを用いた燃焼振動の能動制御結果の一例。(a)～(c)はアクチュエータの形状の違い。右：制御時の速度分布の一例。

圧力変動と熱発生率のカップリングを結果的に弱めていることが確認されている。また、DBD プラズマアクチュエータを適用した流動場を高速ステレオ PIV により計測し、特に燃焼室入口の外側せん断層に与える影響を明らかにしている(図 5 右)。さらに本研究課題で得られた新たな火炎特徴構造に基づいて、より効率的な制御を実現可能と考えられる制御方法の構築を進めている。

(4) 先端的レーザ燃焼計測手法の開発

近年では LIF の技術進歩によって多くの燃焼中間生成物の計測手法が提案されてきているが、その起源となる燃料及び酸素や燃焼ガス中の二酸化炭素なども含めて同時に捉える計測は容易ではない。燃焼振動の発生要因のさらなる検討のためコヒーレント・アンチ・ストークス・ラマン分光法(CARS)及び LIF に基づく化学種濃度及び温度の計測手法の構築を進めた。



なお、Dual pump CARS に関する研究は米国・パデュー大学において Prof. Lucht とともに実施した。Dual pump CARS から層流火炎を対象に水素、メタン、窒素及び酸素の濃度計測法を、OH ラジカルの OH PLIF に基づく温度計測法を構築し、その精度を層流火炎計測により確認した(図 6)。この計測手法は 1 shot での温度計測の見込みがあり、上記乱流燃焼場の火炎構造を温度の観点から、すなわち燃焼速度の観点から議論できるようになる可能性がある。これは燃焼モデリングや擾乱エネルギーの議論に非常に重要となる。

<引用文献>

- Choi G.-M., Tanahashi M., Miyauchi T., Control of Oscillating Combustion and Noise based on Local Flame Structure, Proc. Combust. Inst., 30(2) (2005), 1807-1814.
- Tanahashi M., Murakami S., Miyauchi T. and Choi G.-M., Control of Oscillation Combustion and Measurements of Turbulent Flames, 第 5 回知的乱流制御シンポジウム(2004).
- Chakraborty, S., Shimura, M., Tanahashi, M., PIV Investigation of Effects of Circular DBD Plasma Actuator on Turbulent Swirling Premixed Flame, 11th Asia-Pacific Conference on Combustion, 2017, pp. 1-4.
- Gupta, S., Shanbhogue, S., Shimura, M., Ghoniem, A., Hemchandra, S., Impact of a Centrebody on the Unsteady Flow Dynamics of a Swirl Nozzle: Intermittency of PVC Oscillations, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power (2021) 144(2): 021014.
- 安宅優季, 志村祐康, 松島諒汰, 店橋護, 旋回乱流希薄予混合燃焼の燃焼振動発生に関わる圧力変動と流動特性の関係, 日本燃焼学会誌 (2021), Vol. 63, No. 206, pp.348-356.
- Shimura, M., Matsushima, R., Atagi, Y., Tanahashi, M., Feature extraction of swirling flames in a transition process of combustion oscillation by machine learning, Proceedings of the 2nd Asian Conference on Thermal Sciences, GTP-21-1399.
- 服部 広暉, 志村 祐康, 店橋 護, ステレオ PIV/OH 自発光高速同時計測によるデュアルスワール非予混合火炎の火炎基部変動特性の解明, 熱工学コンファレンス 2021 講演論文集, 6p.
- 夏目 宗汰, 志村 祐康, 店橋 護, 間欠駆動円形 DBDPA による燃焼振動抑制に対する駆動位相の影響, 日本機械学会 第 100 期 流体工学部門 講演会概要集.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masayasu Shimura, Hiroki Hattori, Mamoru Tanahashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Investigations of vortex shedding and flame base fluctuations in a dual swirl burner using SPIV, OH PLIF and chemiluminescence	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of Twelfth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ryoichi Urasaki, Yuki Minamoto, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Lean, high EGR rate TRF-air turbulent combustion with tumble flow in a constant volume vessel at elevated pressure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of Twelfth International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sibo Huang, Mamoru Tanahashi, Masayasu Shimura	4. 巻 -
2. 論文標題 Temperature measurement in laminar flames by oh thermally assisted lif method based on a single broadband femtosecond laser	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of 14th Asia-Pacific Conference on Combustion	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Gupta Saarthak, Shanbhogue Santosh, Shimura Masayasu, Ghoniem Ahmed, Hemchandra Santosh	4. 巻 144
2. 論文標題 Impact of a Centerbody on the Unsteady Flow Dynamics of a Swirl Nozzle: Intermittency of Precessing Vortex Core Oscillations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Engineering for Gas Turbines and Power	6. 最初と最後の頁 GTP-21-1399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1115/1.4052144	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 安宅 優季、志村 祐康、松島 諒汰、店橋 護	4. 巻 63
2. 論文標題 旋回乱流希薄予混合燃焼の燃焼振動発生に関わる圧力変動と流動特性の関係	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本燃焼学会誌	6. 最初と最後の頁 348 ~ 356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20619/jcombsj.2102	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fuse Azusa, Yamada Rie, Minamoto Yuki, Shimura Masayasu, Tanahashi Mamoru	4. 巻 25
2. 論文標題 A derivation of temperature-based energy equation for LES of isochoric turbulent combustion with FDSGS model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Combustion Theory and Modelling	6. 最初と最後の頁 1324 ~ 1351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13647830.2021.1976422	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masayasu Shimura, Ryota Matsushima, Yuki Atagi, Mamoru Tanahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Feature extraction of swirling flames in a transition process of combustion oscillation by machine learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2nd Asian Conference on Thermal Sciences	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroki Hattori, Masayasu Shimura, Mamoru Tnahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 An Investigation into Characteristics of Flame Base Fluctuations in Dual Swirl Non-Premixed Flame Using Simultaneous Measurements of High-speed Stereoscopic PIV, OH-PLIF and OH Chemiluminescence	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 13th Asia-Pacific Conference on Combustion	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sibo Huang, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Temperature Measurement with Two-line OH PLIF of Different Vibrational Bands	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 13th Asia-Pacific Conference on Combustion	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 志村 祐康, 夏目 宗汰, 佐々木 謙斗, 店橋 護	4. 巻 1
2. 論文標題 間欠駆動円形 DBD プラズマアクチュエータによるスワール型燃焼器内の燃焼振動制御	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本機械学会第99期流体工学部門講演会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 服部 広暉, 志村 祐康, 店橋 護,	4. 巻 1
2. 論文標題 ステレオPIV/OH自発光高速同時計測によるデュアルスワール非予混合火炎の火炎基部変動特性の解明	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本機械学会熱工学コンファレンス2021講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 服部 広暉, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 1
2. 論文標題 デュアルスワール非予混合バーナーの火炎形状に対する流量比の影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第58回日本伝熱シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 松島 諒汰, 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 1
2. 論文標題 機械学習によるスワール型燃焼器における燃焼振動の発生予測	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第58回日本伝熱シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saarthak Gupta, Santosh Hemchandra, Masayasu Shimura, Santosh Shanbhogue and Ahmed Ghoniem	4. 巻 -
2. 論文標題 Routes to Intermittency of PVC Oscillations in Swirl Nozzles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ASME Turbo Expo 2021	6. 最初と最後の頁 GT2021-58358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yuki Atagi, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi	4. 巻 16
2. 論文標題 Simultaneous OH PLIF/Chemiluminescence and stereoscopic PIV measurements of combustion oscillation onset in turbulent swirling lean premixed flames	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Thermal Science and Technology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/jtst.2021jtst0010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 -
2. 論文標題 旋回乱流場における燃焼振動発生過程の圧力変動と火炎・流動特性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第57回日本伝熱シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 -
2. 論文標題 旋回乱流希薄予混合燃焼の燃焼振動発生に関わる圧力変動と流動特性の関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第58回燃焼シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K. Aoki, M. Shimura, J.H. Park, Y. Minamoto, M. Tanahashi	4. 巻 104
2. 論文標題 Response of heat release rate to flame straining in swirling hydrogen-air premixed flames	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Flow, Turbulence and Combustion	6. 最初と最後の頁 451-478
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10494-019-00102-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kento Sasaki, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Control of Combustion Oscillation in a Swirl Combustor with a Circular DBD Plasma Actuator	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Second Pacific Rim Thermal Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yuki Atagi, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 High Speed Doubled Stereoscopic PIV and OH PLIF/Chemiluminescence Measurements of Turbulent Swirling Lean Premixed Flames in a Transition Process of Combustion Oscillation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the Second Pacific Rim Thermal Engineering Conference	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐々木 謙斗, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 1
2. 論文標題 間欠駆動DBDプラズマアクチュエータによる旋回乱流予混合火炎の振動燃焼制御	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第57回燃焼シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 佐々木 謙斗, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 1
2. 論文標題 DBDプラズマアクチュエータによる旋回乱流予混合火炎の能動制御	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第56回日本伝熱シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護	4. 巻 1
2. 論文標題 振動燃焼遷移過程における旋回乱流希薄予混合火炎の複合光学計測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第56回日本伝熱シンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Masayasu Shimura, Ryota Matsushima, Yuki Atagi, Mamoru Tanahashi
2. 発表標題 Feature extraction of swirling flames in a transition process of combustion oscillation by machine learning
3. 学会等名 2nd Asian Conference on Thermal Sciences (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Hattori, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi
2. 発表標題 An Investigation into Characteristics of Flame Base Fluctuations in Dual Swirl Non-Premixed Flame Using Simultaneous Measurements of High-speed Stereoscopic PIV, OH-PLIF and OH Chemiluminescence
3. 学会等名 13th Asia-Pacific Conference on Combustion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sibo Huang, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi
2. 発表標題 Temperature Measurement with Two-line OH PLIF of Different Vibrational Bands
3. 学会等名 13th Asia-Pacific Conference on Combustion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 志村 祐康, 夏目 宗汰, 佐々木 謙斗, 店橋 護
2. 発表標題 間欠駆動円形 DBD プラズマアクチュエータによるスワール型燃焼器内の燃焼振動制御
3. 学会等名 日本機械学会第99期流体工学部門講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 服部 広暉, 志村 祐康, 店橋 護,
2. 発表標題 ステレオPIV/OH自発光高速同時計測によるデュアルスワール非予混合火炎の火炎基部変動特性の解明
3. 学会等名 日本機械学会熱工学コンファレンス2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 服部 広暉, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 デュアルスワール非予混合バーナーの火炎形状に対する流量比の影響
3. 学会等名 第58回日本伝熱シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松島 諒汰, 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 機械学習によるスワール型燃焼器における燃焼振動の発生予測
3. 学会等名 第58回日本伝熱シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 志村祐康
2. 発表標題 水素燃焼タービンシステムへの先端光学計測と機械学習の応用に向けて
3. 学会等名 InfoSyEnergy研究/教育コンソーシアム 第4回研究ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 志村祐康
2. 発表標題 燃焼振動制御手法の構築に向けて - DBDプラズマアクチュエータの活用 -
3. 学会等名 第2回 日本機械学会 機能性流体工学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 旋回乱流場における燃焼振動発生過程の圧力変動と火炎・流動特性
3. 学会等名 第57回日本伝熱シンポジウム講演
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 旋回乱流希薄予混合燃焼の燃焼振動発生に関わる圧力変動と流動特性の関係
3. 学会等名 第58回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentou Sasaki, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi
2. 発表標題 Control of Combustion Oscillation in a Swirl Combustor with a Circular DBD Plasma Actuator
3. 学会等名 The Second Pacific Rim Thermal Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Atagi, Masayasu Shimura, Mamoru Tanahashi
2. 発表標題 High Speed Doubled Stereoscopic PIV and OH PLIF/Chemiluminescence Measurements of Turbulent Swirling Lean Premixed Flames in a Transition Process of Combustion Oscillation
3. 学会等名 The Second Pacific Rim Thermal Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 謙斗, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 間欠駆動DBDプラズマアクチュエータによる旋回乱流予混合火炎の振動燃焼制御
3. 学会等名 第57回燃焼シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木 謙斗, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 DBDプラズマアクチュエータによる旋回乱流予混合火炎の能動制御
3. 学会等名 第56回日本伝熱シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安宅 優季, 志村 祐康, 店橋 護
2. 発表標題 振動燃焼遷移過程における旋回乱流希薄予混合火炎の複合光学計測
3. 学会等名 第56回日本伝熱シンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	G h o n i e m A h m e d (Ghoniem Ahmed)	マサチューセッツ工科大学・Department of Mechanical Engineering・Professor	
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	L u c h t R o b e r t (Lucht Robert)	パデュー大学・School of Mechanical Engineering・Professor	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関		
	米国	マサチューセッツ工科大学	パデュー大学