

K-29

## DBD-PA を用いたバイオガスの燃焼制御 Combustion control of biogas using DBD-PA

○大西一平<sup>1</sup>, 小川裕世<sup>1</sup>, 小林洗輝<sup>1</sup>, 蓮沼拓斗<sup>2</sup>, 秋元雅翔<sup>3</sup>, 木村元昭<sup>3</sup>\* Ippei Onisi<sup>1</sup>, Yusei Ogawa<sup>1</sup>, Hiroki Kobayashi<sup>1</sup>, Takuto Hasunuma<sup>2</sup>, Masato Akimoto<sup>3</sup>, Motoaki Kimura<sup>3</sup>

In this experiment, two DBD-PAs and a flame retention device were used in a coaxial double-tube nozzle with pseudo-biogas fed from the inner nozzle and air from the outer nozzle to suppress ignition vibration of pseudo-biogas and contribute to carbon neutrality. Experimental methods and visualization of the jet flow were used. In the future, we would like to increase the flow velocity to confirm the control of the jet flow.

### 1. はじめに

スリットやノズルなどの小孔から速度を持った流体が空間中に噴出する現象、いわゆる噴流現象は、身の回りだけでなく産業分野においても多種多様に利用されている。噴流を制御することで、機器の高効率化や環境負荷の低減が期待されるため、噴流制御は極めて重要である。その方法の1つとして、近年、プラズマによって発生する誘起流を用いた研究が大きな注目を集めている。

一方で、化石燃料の枯渇や温室効果ガス排出に伴う地球温暖化が深刻な問題となっており、カーボンニュートラルな燃料としてバイオガスが注目されている。しかし、バイオガスは二酸化炭素を約40%含むため失火しやすく、燃焼安定性に課題がある。

そこで本研究では、同軸二重管ノズルを用い、内側から模擬バイオガス（メタンと二酸化炭素の混合ガス）、外側から空気を噴出させ、2つのDBD-PA（Dielectric Barrier Discharge-Plasma Actuator）と保炎器を組み合わせ燃焼場を制御する。これにより、浮き上がり火炎の振動を抑制し、バイオガスの可燃範囲を拡大させることを目指す。その結果、バイオガスの安定利用を可能にし、二酸化炭素排出削減を通じてカーボンニュートラル実現に貢献することを目的とする。

### 2. 実験装置・方法

本実験で使用したDBD-PAの概略図をFigure 1に示す。

本実験で使用したバイオガスは二酸化炭素とメタンで疑似化したものを用いる。

コンプレッサから外側ノズルに空気、内側ノズルに疑似バイオガスをフローコントローラを介して供給し、

疑似バイオガスを15[m/s]、空気を5[m/s]で噴流させる。

火炎点火後に内側に電圧13[kV]

、周波数400~700[Hz]、外側に、電圧16[kV]、周波数100~600[Hz]を印加する。ここで、DBD-PAの有効性を確認するために外側、内側Offの場合も検証する。

各周波数における火炎をハイスピードカメラで撮影する。

撮影したデータを用いてDipp-Macro IIに入れる。ノズル径の高さの位置を中心とし、浮き上がっている火炎の振動を解析する。

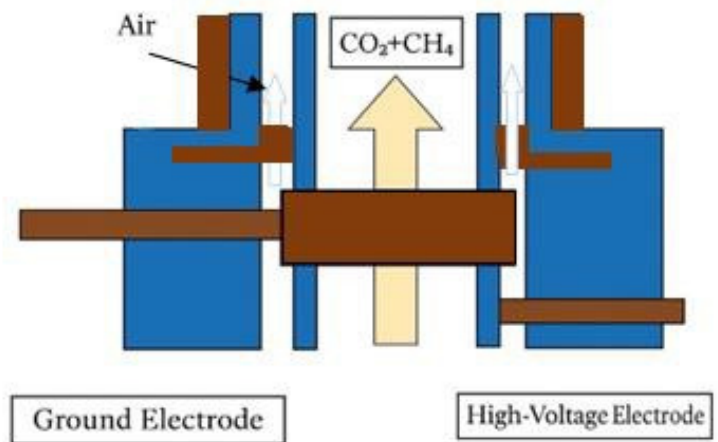


Figure 1. バイオガスの燃焼制御装置

3. 結果

実験で撮影した火炎の様子を図2に示す  
 実験で得た数値を表1に示す.

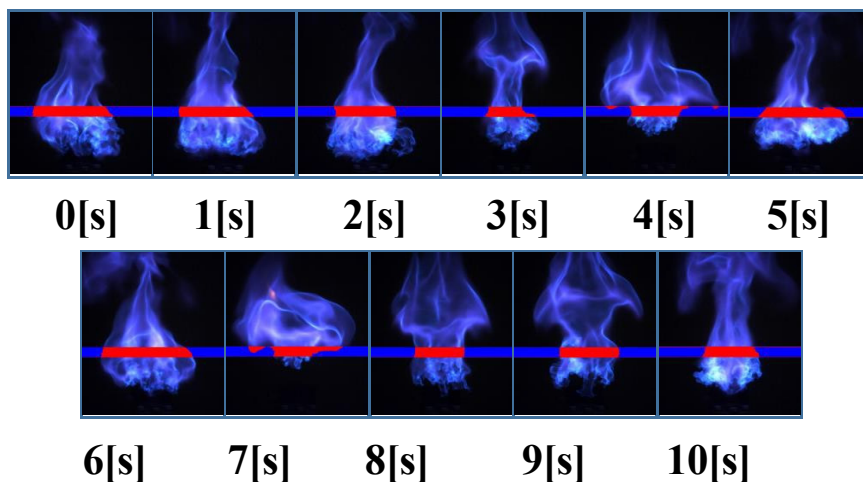


Figure 2. The state of a flame vibrating off-

Table1 火炎の実験数値

Input Feerquency[Hz]	Standard Deviation[-]	Input Feerquency[Hz]	Standard Deviation[-]
OutsideOFF-InsideOFF	1.000	Outside100-InsideOFF	0.691
OutsideOFF-Inside100	0.749	Outside200-InsideOFF	0.735
OutsideOFF-Inside200	0.857	Outside300-InsideOFF	0.632
OutsideOFF-Inside300	0.759	Outside400-InsideOFF	0.687
OutsideOFF-Inside400	0.737	Outside500-InsideOFF	1.243
OutsideOFF-Inside500	0.807	Outside600-InsideOFF	1.132
OutsideOFF-Inside600	0.689	Outside700-InsideOFF	1.137
OutsideOFF-Inside700	0.750	Outside800-InsideOFF	0.902
OutsideOFF-Inside800	0.718		

4. 考察

表1 より外OFF 内OFF を1とした基準のときに、黄色の枠の外OFF 内400[Hz]～800[Hz]、緑の枠の外100[Hz]～400[Hz]内OFFの標準偏差が小さくなったことからDBD-PAの効果により浮き上がり火炎を抑制できていると考えました。また、一方で500[Hz]以上の高周波数領域では標準偏差が基準値を上回る場合があります、これはプラズマによる性質が火炎の自然不安定性と干渉し、かえって火炎の揺らぎを助長していると考えられます。したがって、DBD-PAを用いた燃焼制御においては、効果的に火炎を安定化させるために周波数帯の選定が重要であると考えます。

5. 今後の展望

今回の実験で浮き上がり火炎に影響を与える周波数を確認出来たため、今後は噴流の可視化を行い、発生する渦輪がどのような影響を与えるかを確かめる。