



# オープンイノベーション推進ポータル

株式会社キャンパスクリエイト

テーマ名	大気圧マイクロ波プラズマニードル
企業名	株式会社プラズマアプリケーションズ
技術分野	ものづくり

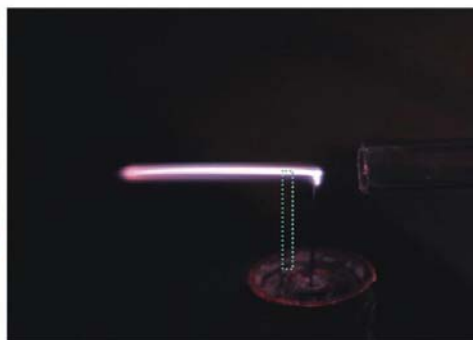
## 概要

静岡大学発の研究開発型ベンチャー企業です。マイクロ波を用いた大気圧プラズマニードルを研究しており、以下の特徴があります。1) ハードウェアが簡易構成であり、小型かつ安価、2) 大気圧下で利用可能、3) 温度可変域 (30℃~1500℃) が広く、安定的に温度制御が可能、4) 低消費電力 (最小で数 W 級) であり、電源レス・配線レスも可能。5) 微細部へ加工が可能 (最小 2mm 径)、6) 環境にやさしく人体へ安全。本技術の実用化を希望する企業を歓迎します。

## 簡略図



低温プラズマ (30℃)



ニードル照射 (長さ・径は可変)

### 本技術の特徴

ハードウェアが  
小型かつ安価

広い温度可変域  
(30℃~1500℃)

大気圧下で安定、  
温度制御容易

低消費電力  
(数ワット~)

微細加工可能  
(最小径2mm)

人体に安全、  
低環境負荷

### 本技術の用途例

接着性/  
塗装性向上

殺菌滅菌処理

クリーニング/  
有機物分解

親水処理/  
撥水処理

加熱処理/  
マイクロ溶接/切断

薄膜形成、etc...



## 背景

プラズマ発生装置は、表面改質、薄膜形成、熱加工など、産業界の様々な用途で利用されています。多くのプラズマ発生技術は、真空装置を必要とするものであり、主にコスト面で課題がありました。また、大気圧下でプラズマを発生させる製品も出始めていますが、様々な課題が残っています。

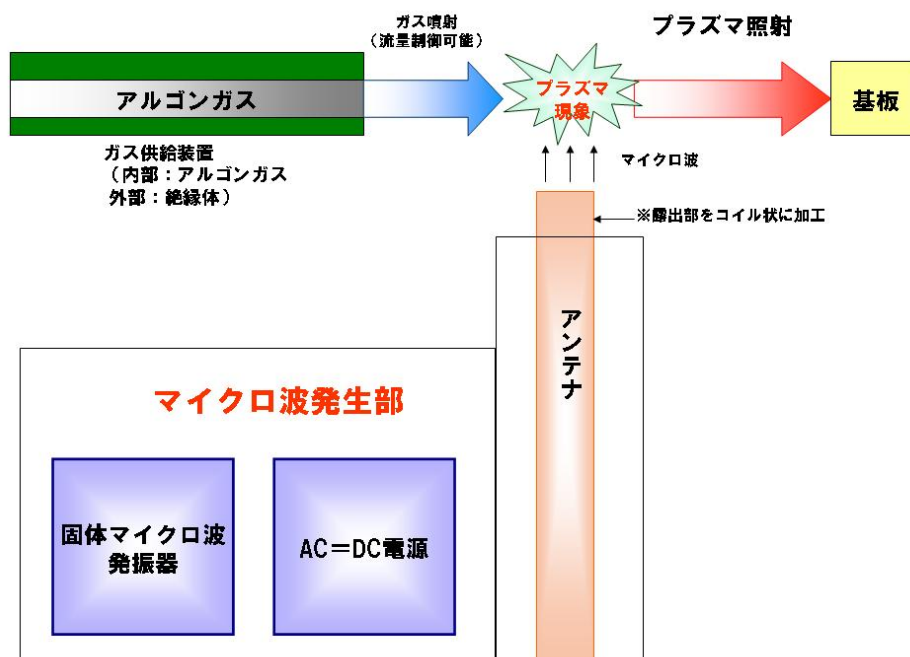
本テーマでは、大気圧下で利用可能なプラズマ発生装置であり、今までの大気圧プラズマ発生装置の多くの課題を解決しています。

## 技術内容

2. 45GHz 帯のマイクロ波とアルゴンガスの噴射を利用することにより、大気圧下でプラズマ（低温プラズマ～熱プラズマ）をニードル状に発生することが可能です。

原理は以下の通りです。アンテナを外部へ露出させ、プラズマ現象を外部で発生させていることが特徴です。

- 1) 固体マイクロ波発生器へ AC→DC 電源から電力を供給する。  
それにより、マイクロ波をアンテナ（露出しており、直線状または螺旋状）から放射する。（マイクロ波の出力によって、プラズマの温度を調整可能）
- 2) アルゴンガスをマイクロ波放射部に対して噴射する。
- 3) マイクロ波放射部とアルゴンガスの直交部にてプラズマが発生する。
- 4) プラズマは、ガスの噴射に沿って、ニードル状に伸びる。  
（そのため、ガスの流量によって、ニードルの長さが変わる）





### 技術・ノウハウの強み(新規性、優位性、有用性)

他の大気圧プラズマとして、13.56MHz 帯（高周波）を利用した技術がありますが、本技術では、2.45GHz 帯のマイクロ波を利用し、かつ独自の機構を考案することにより、様々なメリットを生み出しました。本技術の特徴は以下の通りです。

1) ハードウェアが簡易構成であり、小型かつ安価。

固体マイクロ波発振器は、L50mm×W15mm×H15mm と非常に小型です。

AC-DC 電源も同程度の大きさであり、アンテナ部、ガス供給装置も小型です。更なる小型化も可能です。利用しているガスはアルゴンであり、安価です。

2) 大気圧プラズマであること。

高価かつ大型の真空チャンバー等が必要ありません。作業も容易です。

3) 温度可変域（30℃～1500℃）が広く、安定的に温度制御が可能

温度可変域が広いいため、様々なアプリケーションへ適用可能です。なお、安定的な温度制御が可能な温度領域は、「40℃～1000℃程度」です。向上の余地はあります。

4) 低消費電力（最小で数W（ワット）級～）であり、バッテリー利用も可能

極めて低消費電力であるため、ランニングコストを抑えることができます。また、その特徴を生かし、バッテリーの内臓や、非接触ワイヤレス給電（磁界共鳴方式など）との組み合わせにより、電源レス・配線レスが可能です。

無線モジュールを組込めば、遠隔地からの操作も可能です。

プラズマを照射する基板の温度測定センサと同期させれば、精密な温度制御なども可能です。

5) 微細加工が可能

スポット径は現状、最小で 2mm 程度です。更にスポット径を小さくできる余地はあり、局所プラズマに向いています。また、プラズマトーチを束ねる、あるいはガス流を工夫することにより、径を広げることは可能です。

6) 環境にやさしく、人体へ安全であること。

放電にアルゴンを使うため副産物のオゾンなどがほとんど発生せず、人体に対して高い安全性があります。

#### 【真空型プラズマ発生装置との比較】

高価な真空装置が必要です。真空引きが必要なため、操作には熟練者や、手間が必



要です。また、プラズマ密度が低く、反応性が悪いなどの問題もあります。

#### 【他の大気圧プラズマとの比較】

他の大気圧プラズマの多くが誘電体バリア放電を利用しており、ほとんどが大面積向けです。そのために電力も相当程度必要です。プラズマの制御が難しいため、温度可変域が狭いなどの課題もあります。また、プラズマ発生に伴う反応ガスの副生物として、オゾン発生が著しいなどの問題があります。

プラズマトーチ状のアプリケーションも一部出てきていますが、1) 大きな消費電力を必要とするもの、2) 温度制御可能な範囲が狭い（多くは熱プラズマ）、あるいは温度制御によって放電形状の変化や電極の消耗を伴うもの、3) 高価なヘリウムあるいはヘリウム混合ガスを用いるものなど、課題があるものが多いです。

#### 連携企業のイメージ

本技術の実用化を希望する企業を歓迎します。例えば下記の企業へご提案可能です。

- 1) プラズマ発生装置を開発・販売している企業。
- 2) プラズマプロセスを工程に導入している企業、あるいは、新たに導入を検討している企業、
- 3) プラズマプロセスの電源レス化・配線レス化、あるいは遠隔制御を希望する企業。
- 4) 医療用途への治療装置を開発・販売している企業。
- 5) 新技術を元にした事業展開へ意欲的な企業。

#### 技術・ノウハウの活用シーン(イメージ)

多くのプラズマプロセスへ展開可能です。例えば、以下の用途へ展開可能です。また、低温プラズマの利点を生かし、新たに治療用途への展開可能性があります。

- 1) 接着性／塗装性の向上  
※応用例：はんだの接着性、難接合プラスチックの接着性
- 2) 親水性／撥水性の向上  
※応用例：ガラス表面濡れ性向上
- 3) 薄膜形成  
※応用例：炭素薄膜など。
- 4) クリーニング／有機物の分解  
※応用例：VOC 分解
- 5) 加熱処理／溶接／切断 等  
※応用例：金属細線の接合
- 6) 治療用途  
※応用例：殺菌滅菌応用、身体表面の疾患治療（近年注目されています）



### 応用例1. ガラス表面濡れ性



プラズマニードル照射前

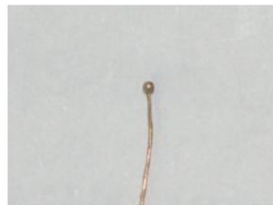


プラズマニードル照射後

### 応用例2. 金属細線の溶接



$f=4$  L/min,  $P_{in}=30$ W  
 $\phi 0.11$  mmの銅線



$f=2$  L/min,  $P_{in}=40$  W  
 $\phi 0.22$  mmの銅線



$f=2$  L/min,  $P_{in}=40$  W  
 $\phi 0.11$  mm銅線の溶接

## 技術・ノウハウの活用の流れ

大気圧プラズマニードルの実験装置は用意可能です。技術の詳細なご説明もいたします。用途についても、お気軽にお問合せくださいませ。

## 専門用語の解説

### 【大気圧プラズマ】

大気圧下で発生させたプラズマです。プラズマは発生させるときの圧力が低いほど低電圧で済み、平均自由行程が長く、プラズマを制御しやすいといった特徴があり、そのためにプラズマは真空下で発生することがほとんどでしたが、昨今では大気圧下で発生する技術も進展しています。

### 【RF 帯】

「Radio Frequency」の略称であり、高周波を意味します。電磁波や電気信号のうち、概ね 300Hz から 3THz までの範囲のものが該当します。ISM 帯の RF(13.56MHz)を利用した大気圧プラズマ発生技術は既に実用化されています。

本技術では、ISM 帯の 2.45GHz マイクロ波を利用しています。

## お問い合わせ先

下記からお問い合わせください。

<http://www.open-innovation-portal.com/corporate/manufacture/maicrowave.html>