



# 取扱説明書

大気圧プラズマジェットテスト機

セパレートタイプ

***HPJ-25SP***

株式会社 アクア

## 安全にお使い頂くための注意事項

本装置は約 10 kV の高電圧を使用しています。

本装置はプラズマ電極の過昇温防止用空冷機構を備えています。

本装置の空冷機構は密閉構造となっておりますので、自然冷却ができないため、必ず冷却用エアを供給してください。

(プラズマ放電時及び放電終了後 3 分程度、冷却用エアを供給してください。)

処理対象物への熱及び電氣的ダメージは本装置でテストを行い、ご確認ください。

処理対象物のプラズマ処理による破損については、損害の賠償、補償等の請求はお受けできませんので、ご了承お願いいたします。

使用方法を誤ると、作業員及び周囲の人々への危害及び財産への重大な損害を及ぼす可能性があります。

この説明書を熟読し、装置の操作方法、装置の動作、危険性を十分に把握したうえで、ご使用ください。

重大な事故に繋がる恐れがあるため、装置の操作を熟知した作業員以外の方が触れることが無い様に、指導、管理を徹底してください。

本装置は技術的機密性の高い装置であり、高電圧を使用する高精度な機器のため、絶対に分解しないでください。

プラズマ電極は接着構造のため、分解清掃などはできません。無理に分解すると、内部のセラミック部材が破損するため、再組み立てできません。

プラズマ放電時の発光には、紫色の可視光の他に、強い紫外線を発しています。

プラズマ発光を直視すると、視力の低下、失明等の重大な障害を受ける可能性があるため、プラズマ照射部を裸眼で見ないように注意してください。

暗室で作業する場合は、紫外線防護用メガネを着用してテストを行ってください。

電装関連部には常時電圧がかかっている箇所及び、残留電荷が残っている可能性もあり、非常に危険です。絶対に分解及び配線等の変更を行わないでください。

プラズマ放電部は、直接触れなくとも、部品表面及び処理ガスや空気中を伝わり感電及び漏電を起す場合があります。絶対に手や体、工具や機材等部品を近づけない様にしてください。

本装置は窒素ガスを使用しますが、プラズマガスが周囲の空気中の酸素と反応し、オゾンが発生します。

長時間の使用は、無害の窒素ガスであっても、酸欠等危険な状態になる場合があります。密室での使用は避け、長時間使用する場合は十分な換気ができる場所でご使用ください

**ジェット型電極の処理用ガスは窒素（N2）専用です。**

ジェット型電極の処理用ガスとして、乾燥空気等、酸素を含むガスを流すと、大量のオゾンが発生し危険です。アルゴン、ヘリウム等のガスは内部で高圧の漏電を起こしますので、絶対に使用しないでください。

また、窒素以外のガスでは、プラズマジェットはほとんど放出されません。

取扱説明書に明記されていない箇所については、お手を触れないようお願いいたします

装置の落下や大きな衝撃等を受けた場合、内部の破損により、漏電や感電を起す可能性があります。

正常な使用方法を行っても

- プラズマ照射及び放電音が聞こえない
- 異常な音を発している
- プラズマ照射口内部に白く強い発光が見られる
- 装置の落下や大きな衝撃等を受けた
- 安全ブレーカーが作動した
- その他何らかの破損、異常が心配される等の場合は直ちに使用を中止し、アクアまでご連絡をお願いいたします。

上記内容、その他不適切な使用にて、人身及び周辺の機材等に損害が発生した場合は、弊社への損害の賠償、補償等の請求はお受けできませんので、ご了承をお願いいたします。

装置についてのご用命は

株式会社 アクア  
TEL 0774-41-3880

営業担当 金子  
技術担当 吉井

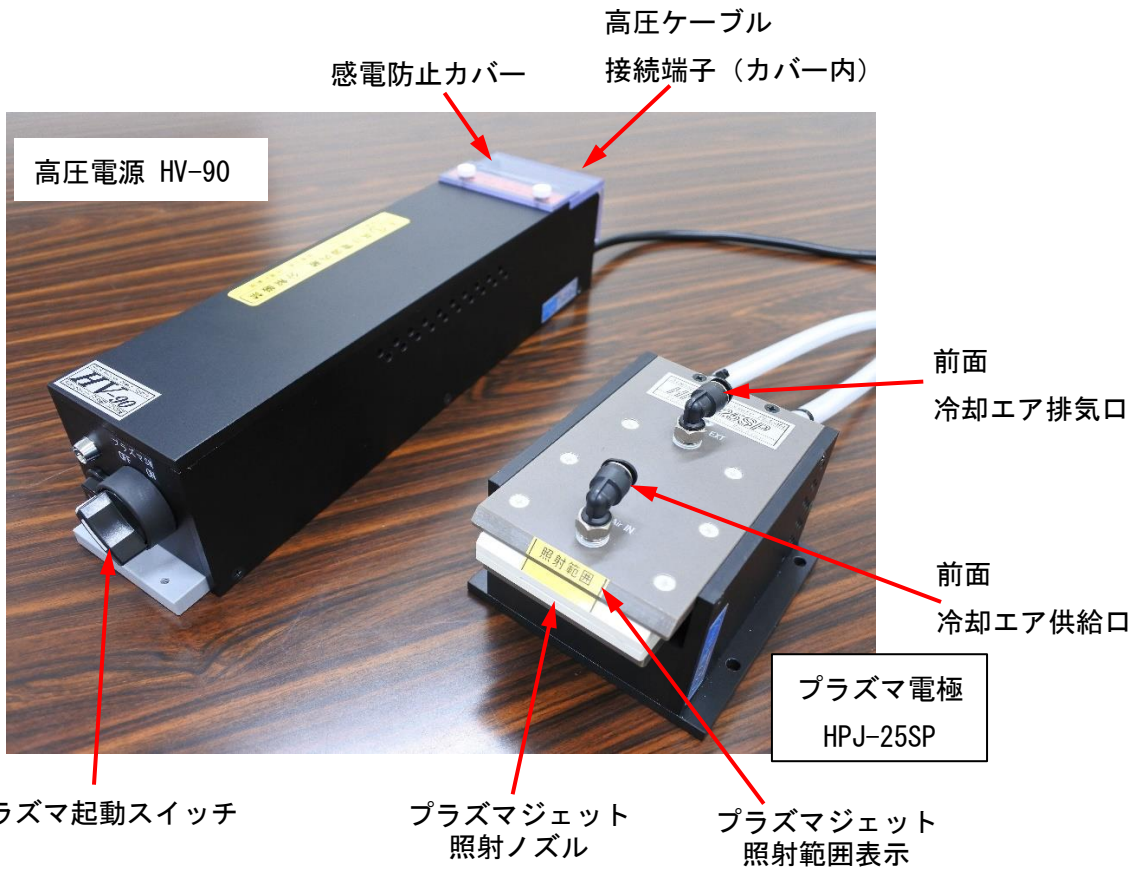
# 1 装置仕様

電極種	ジェット型
プラズマ放電範囲	25mm(幅) × 0.8mm (スリット幅)
プラズマ放電距離	有効距離約 10mm (5mm 以内推奨)
処理用ガス種	窒素(N <sub>2</sub> )
処理用ガス必要量	20~30L/min 接続部 φ6 ワンタッチ継手
冷却用エア必要量	前面、背面各 15L/min 以上
処理対象	導電性素材、絶縁性素材 (耐熱 60℃以上、プラズマジェット排出圧に耐える素材)
電源	専用高圧電源 HV-90 (出力電圧 約 10kV) AC100V (アース付き 3P 電源が必要です)
本体寸法	HPJ-25SP 100mm (幅) × 62mm (奥行) × 約 118mm (高さ) * ガス継ぎ手など突起部を除く HV-90 70mm (幅) × 310mm (奥行) × 61mm (高さ)
本体重量	HPJ-25SP 560 g HV-90 約 1500 g

ジェット型は窒素(N<sub>2</sub>)専用設計です。 処理ガスとして乾燥空気等、酸素を含むガスを流すと、プラズマジェットはほとんど発生せず、大量のオゾンが発生するため危険です。

また、アルゴン、ヘリウム等放電しやすいガスは、内部で漏電を起こし、電極が溶損するため絶対に使用しないでください。

## 2 各部名称



### 注意事項

- プラズマを発生させるために、内部で約 10kV の電圧を発生させています。絶縁安全距離を保って設計しておりますが、周囲の環境、本体の結露や汚れの蓄積、その他の条件により漏電、感電する可能性がありますので、プラズマ照射ノズルに手や体、金属等の導電物を近づけないよう注意してください。



### 3 装置使用準備

- 1) 固定ネジ穴を利用して、プラズマ電極 (HPJ-25SP)、高圧電源 (HV-90) を固定治具に取り付けてください。(全て M4 ネジ用です)



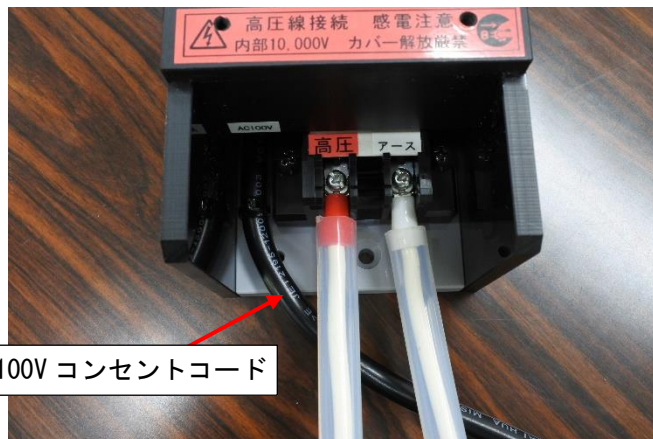
- 2) プラズマ電極 (HPJ-25SP) に窒素ガス供給チューブ、冷却エア供給チューブを接続してください。冷却部はプラズマ電極の前面、背面独立構造のため、2ヶ所から均等に供給してください。接続部は全て、外径φ 6mm チューブ用ワンタッチ継ぎ手です。

(冷却エア排気 (EXT) は大気開放でも運用可能です。チューブを接続する場合は、配管抵抗が無いように考慮してください。排気チューブが長くなる場合は、内径の大きなチューブに変換するなど、プラズマ電極内に冷却エアの圧力がかからないように注意してください。)



3) AC100V コンセントが外れていることを確認し、高圧電源 (HV-90) 後部の感電防止カバーを外して、プラズマ電極 (HPJ-25SP) からの高圧ケーブルを接続してください。

(端子台はネジを取り外せないタイプです。ネジを完全に緩めると、上側金具が浮き上がりますので、高圧ケーブルを差し込み、ネジを締め付けてください。)



高圧端子には約 10,000V の電圧がかかります。

高圧ケーブルの着脱時は、必ず AC100V 電源コンセントを抜いて作業を行ってください。

2) 感電防止カバーを取り付けてください。

**感電防止カバーは、AC100V コンセント接続時は外さないでください。**

**感電による重大な事故に至る可能性があります。**

\* 高圧ケーブルに使用されている電線は屈曲に弱く、内部断線を起こしやすいため、鋭角に折り曲げたり、配線部が動きを伴うような取り付け構造にならないように注意してください。

\* 高圧ケーブル端子部付け根は断線しやすく、プラズマ放電中に切れて外れると非常に危険です。  
定期的に確認してください。

\* 2本の高圧ケーブルを束ねて（密着させて）使用すると、内部を流れる高電圧が相互干渉して、プラズマジェットの発生量が少なくなることがあります。

高圧ケーブルはなるべく離して配線してください。

高圧ケーブル破損の疑いがある場合は、販売元もしくは株式会社アクアに連絡頂けますようお願い致します。(電極側内部端子はセラミック薄板に接続されているため、着脱時に破損する場合があります。)

感電防止カバー



### 3) 窒素 (N<sub>2</sub>) 経路の脱気

チューブ、プラズマ電極内の空気を除去するために、しばらく窒素 (N<sub>2</sub>) を放出してください。

プラズマ電極内部は薄いセラミック素材を使用しています。急激な圧力上昇で内部が破損する場合がありますので、ゆっくりと流し始めるように注意してください。

窒素 (N<sub>2</sub>) の流量を調整してください。

標準流量は 20~30L/min です。

### 4) 冷却用エア供給

冷却エア流量を調整してください。

標準流量は、前面用、背面用それぞれ 15L/min です。

急激な圧力上昇で内部が破損する場合がありますので、ゆっくりと流し始めるように注意してください。

### 5) 放電テスト

窒素ガス、冷却エアを流さない状態で、プラズマ放電部に異常が無いことを確認するテストです。

高圧ケーブル付近に、工具や金属部材など漏電、感電の恐れがあるものが無いことを確認してください。

プラズマ起動スイッチが OFF になっていることを確認して、AC100V コンセントを接続してください。

本装置は高圧電源を使用しているため、必ずアース付きの AC100V コンセントを使用してください。

周囲の安全を確認して、プラズマ起動スイッチを ON にしてください。

確認時間は過昇温防止のため 30 秒以内で終了してください。

再度確認が必要な場合は、冷却エアを 3 分以上供給して、内部電極を冷却してから行ってください。

プラズマ電極内部が放電し、“ジー” という音を発します。

時間とともに音量が変化します。(電極温度の上昇に伴って変化します)

正常な放電音を覚えておいてください。

**放電時に “ビー” や “シャー” というような大きな音とともに、プラズマ照射口内部が白く発光している場合は、内部電極のセラミック板が破損しています。**

**直ちに使用を中止して、販売店もしくは株式会社アクアに連絡してください。**

プラズマ電極は接着構造のため、分解はできません。無理に分解すると、セラミック製の絶縁板などが破損します。

装置の準備は完了です。





外部装置との同期運転、PLC などを使用した自動運転を行う場合は、高圧電源（HV-90）の AC100V を直接 ON, OFF できる回路を製作してください。

自動運転を行う場合は、プラズマ処理開始前に、プラズマ電極の暖機運転ができるように考慮してください。

**作業開始まで、不用意に装置に触らないよう注意してください。**

**重大な事故に繋がる恐れがあるため、装置の操作を熟知した作業員以外の方が触れることが無い様に、指導、管理を徹底してください。**

### **窒素ガスの使用を厳守してください。**

**本装置で窒素以外のガスを使用することは、オゾン中毒や漏電、感電等の重大な事故、装置内の漏電や溶損に伴う発火、感電等の可能性があり、大変危険です。**

**窒素ガス、冷却エアのチューブ接続を間違えないように注意してください。**

## 4 プラズマ放電確認

プラズマジェット吹出し状態を確認します。

\* プラズマジェットの目視確認は、周囲がほぼ真っ暗な状態でなければ確認できません。

十分に暗くできない環境の場合は、ガラス、金属、ポリカーボネート、ポリアミドなどプラズマによる親水化が起こりやすい素材に照射、接触角計や濡れ試薬による計測、もしくは霧吹きなどで水を吹きかけて撥水状態を確認してください。

**プラズマ電極内部、及びプラズマジェットは、肉眼で確認できる可視光（紫～オレンジ色の発光）の数十倍の紫外線が放射されています。**

**裸眼で観察すると、紫外線による視力の低下、失明などに至る恐れがありますので、必ず、紫外線カットを明記しているメガネ、ゴーグルなどを着用してテストを行ってください。**

1) 部屋の照明を消す、もしくは、装置周囲を遮光してください。

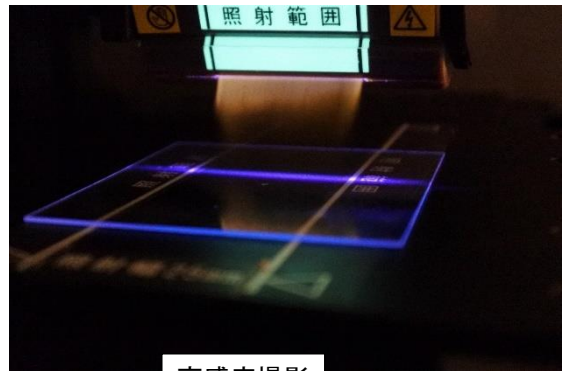
\* 明るい環境では、プラズマジェットの発光は目視困難です。

\* 周囲を暗くできない場合は、窒素(N<sub>2</sub>)流量 25L/minで使用してください。

2) プラズマ照射口を 10mm 以上上昇させてください。

3) N<sub>2</sub> ガス、冷却エアをゆっくりと供給してください。

プラズマ照射口から窒素(N<sub>2</sub>)ガスが放出されていることを確認してください。



4) 周囲の安全を確認し、“プラズマ起動スイッチ”をONにしてください。

5) プラズマジェット放電の状態を確認してください。

(周囲を十分に暗くできない場合は、プラズマ照射口を横から水平に見ると、見やすくなります)

プラズマジェット発光の強い部分が 10mm 程度あることを確認してください。

高感度撮影可能なカメラで撮影すると、照射ムラなどが容易に確認できます。

参考写真カメラの設定 F 値 1.8 ISO 12800 露出時間 1 秒

(HPJ-DESKTOP を用いた参考写真です。試料台上のワークは必要ありません)

5) 発光距離が短い場合は、窒素(N<sub>2</sub>)ガスの供給量を調整してください。

**注意** 窒素供給量が 30L/min を超えないよう注意してください。

装置が正常な場合、25L/min 以上供給しても、照射距離はほとんど変わりません。

供給量が多すぎると、プラズマ放電が吹き消され、出力が低下します。

**注意** プラズマ電極が冷えていると、十分にプラズマ生成が行われません。

プラズマ電極内部が明るく放電していても、プラズマジェットの発光ガスの照射が確認できない場合は、10～20 秒のプラズマ放電を数回行い、プラズマジェットの発光が明るくなることを確認してください。

プラズマ発光を目視で確認する場合は、周囲がかなり暗い状態でなければ確認できません。

**プラズマ電極内部、及びプラズマジェットは、肉眼で確認できる可視光（紫～オレンジ色の発光）の数十倍の紫外線が放射されています。**

**裸眼で観察すると、紫外線による視力の低下、失明などに至る恐れがありますので、必ず、紫外線カットを明記しているメガネ、ゴーグルなどを着用してテストを行ってください。**

## 5 プラズマジェット照射、注意事項

1) プラズマ起動スイッチが OFF になっていることを確認して、AC100V 電源コンセントを接続してください。

2) プラズマ照射対象素材を準備してください。  
軽い素材は固定治具や粘着テープ等で固定してください。  
照射距離を調整してください。(推奨距離 3~5mm)



3) 暖気運転を行ってください。  
窒素ガス、冷却エアを流さない状態で 10 秒程度プラズマ放電を 2~3 回行ってください。

4) 窒素ガス及び冷却用エアを供給してください。  
流量 窒素ガス 20~30L/min  
冷却エア 15L/min ×2 (前面、背面)

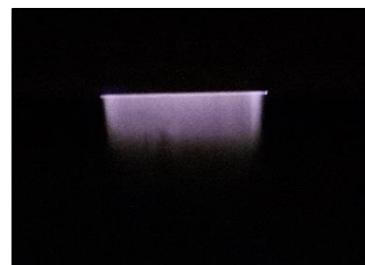
6) 周囲の安全を確認して、プラズマ起動スイッチを ON にしてください。  
2~3 秒程度経過してから照射対象物に照射開始してください。

プラズマジェットの活性ガスは 10mm 程度照射されますが、距離が離れるに従って効果は弱くなります。

被照射物との距離は 3~5mm 程度を推奨します。

運転開始直後はプラズマの生成が弱い傾向があります。

十分に暖機運転して頂くとともに、照射開始から 2~3 秒程度経過してから対象物に照射して頂くことで、ムラの少ない処理ができます。



7) 照射完了後、プラズマ起動スイッチを OFF にしてください。

30 秒以上連続照射を行った場合は、プラズマ起動スイッチ OFF 後、3 分程度冷却エアを流して、内部電極の冷却を行ってください。

(空冷仕様のプラズマ電極は密閉構造となっているため、自然冷却ができません。必ず冷却エアを供給して内部電極の冷却を行ってください。)

8) 全ての作業終了後は、AC100V 電源コンセントを抜いてください。



\* プラズマジェット照射口からは、強い紫外線が照射されています。  
プラズマ照射中は低い位置から覗き込まないよう注意してください。  
紫外線を直視すると視力の低下、失明等の重大な障害を受ける可能性があります。

\* 外気温が低く、装置が冷えている場合は、稼働初期にプラズマの発生が減少する傾向があります。窒素ガスを放出しない状態で、15～20秒程度“プラズマ起動スイッチ”を押し、暖機運転してください。その後、窒素ガスを出しながら、プラズマ放出状態が安定するまで照射確認してください。

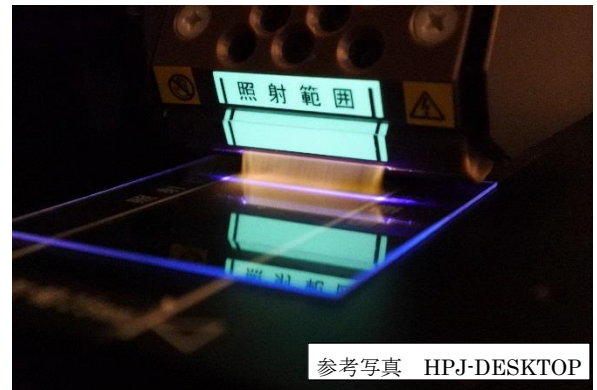
プラズマ照射時に発煙、異臭、異音、白い発光等の症状や疑いのある場合は、直ちに作業を中止し、販売店もしくは株式会社アクアまで連絡を頂けますようお願いいたします。

- 効率よくプラズマ処理をして頂くために -

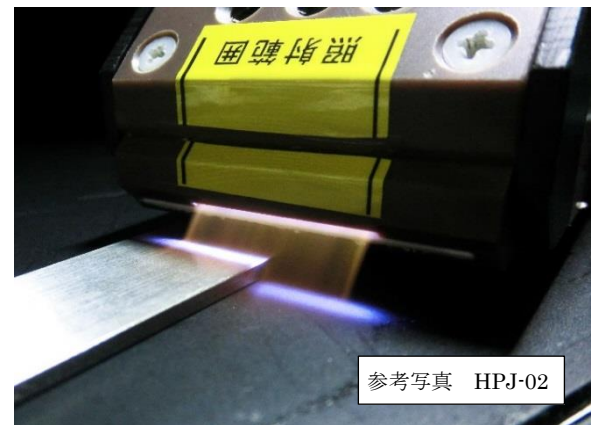
素材によって、プラズマジェットによる表面改質効果に違いがあります。

一般的に、金属は濡れ性の向上等の効果が出やすく、耐薬品性の高い素材は効果が出にくい傾向があります。

効果の出にくい素材の場合、プラズマジェットのわずかな照射条件の違いで大きく効果の違いが出る場合があります。



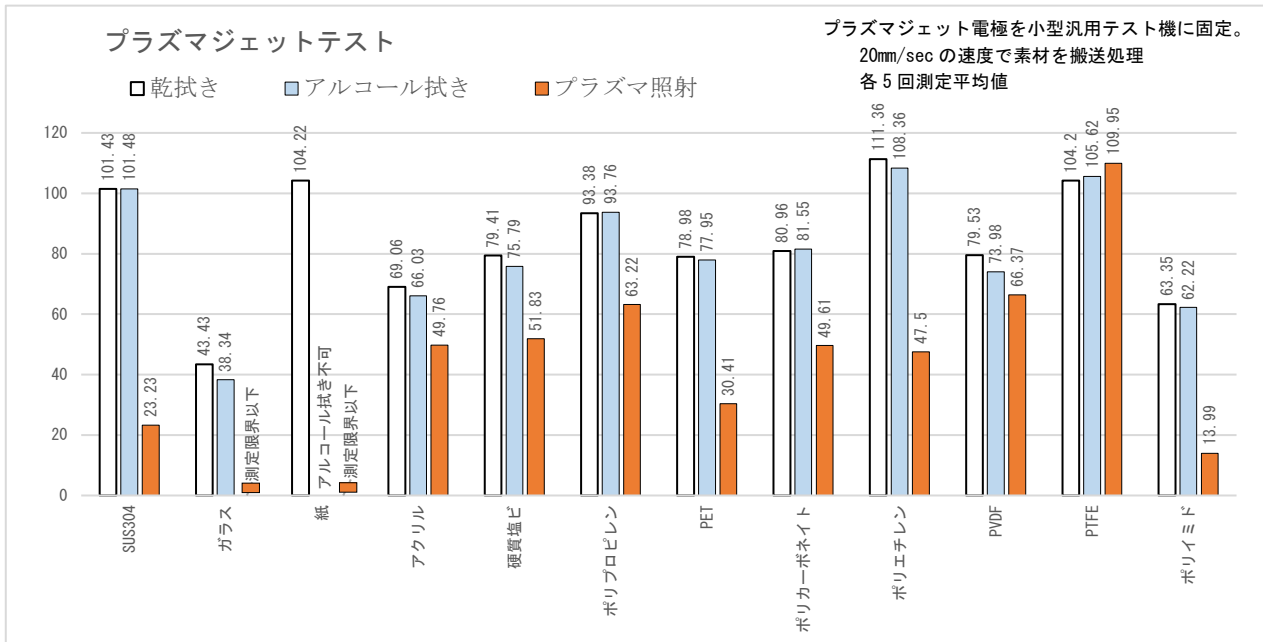
照射距離が長いため、多少の段差や表面の荒い素材にも処理が可能です。



プラズマ活性ガス自体は熱や電氣的な対象物へのダメージはほとんどありませんが、電子部品や微細な基板等デリケートな対象物に関しては、十分にテストを行っていただけるようお願い致します。

装置の状態や環境条件によって、漏電、感電の危険がありますので、右図のように手や体を近づけないでください。内部は最大 12KV の電圧で放電しています。





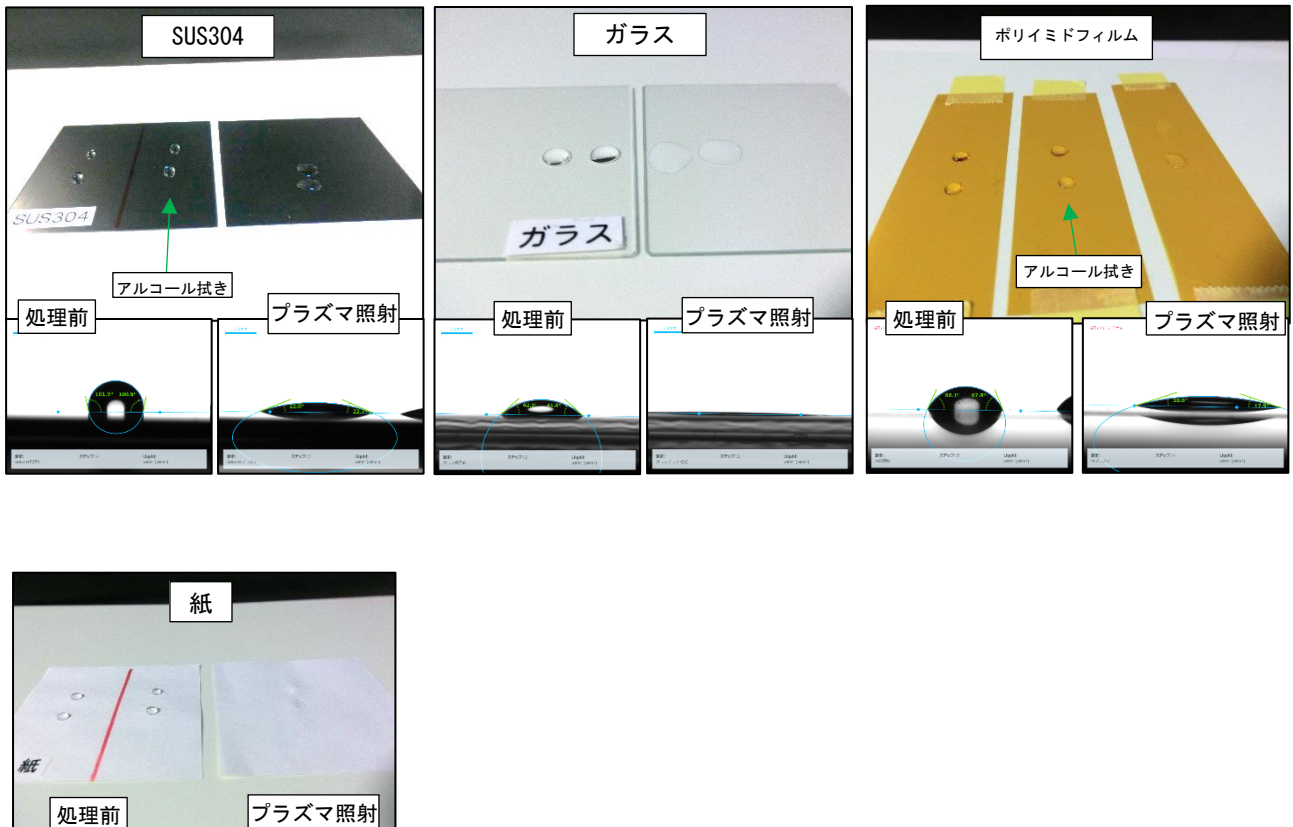
上記グラフは主な素材のプラズマ処理による接触角（親水性）の変化を比較したものです。

（数値は水滴の接触面の角度です。数値が小さいほど親水性が良いことを示します）

20mm/秒以下の搬送速度であれば、ダイレクト型に劣らない効果が得られます。

（\*PTFE、PVDF 等フッ素系樹脂へのプラズマ効果は少ないです。）

素材のメーカー、やグレード、保管状態、測定時の気候等によって測定結果は変わります。測定結果参考としてご了承願います  
接触角測定結果には、10%程度の誤差があります



大気圧プラズマ、エキシマ、UV 等、表面改質装置のご用命は



*Solution Company*

株式会社 **アクア**

〒610-0343 京都府京田辺市大住池島 40-5

TEL 0774-34-0303 FAX 0774-34-0314

URL:<http://www.aqa-kyoto.co.jp/>