

Wed. Nov 3, 2021

Room D

Plasma Science and Technology(PST)

[1Da09-12] PST

Chair:Keiichiro Urabe(Kyoto University)

11:00 AM - 12:00 PM Room D (Kotohira)

[1Da09] Damage to nucleic acids and cellular response
induced by cold atmospheric pressure plasma
irradiation

*Hirofumi Kurita¹ (1. Toyohashi University of
Technology)

11:00 AM - 11:30 AM

[1Da11] Rapid degradation of protein using gas-liquid
interface plasma

*tatsuru shirafuji¹, jun-seok oh¹, hiroki nakatani¹,
shiori maezawa², motoko takaoka² (1. Osaka City
University, 2. Kobe College)

11:30 AM - 11:45 AM

[1Da12] Localization of Inward Plasma Method Using
Parmanent Magnetic Lens

*Hayato Nagasawa¹, Ken Ogitani², Reo Watanabe²,
Hiroshi Suga^{1,2} (1. Graduate School of Chiba
Institute of Technology , 2. Chiba Institute of
Technology)

11:45 AM - 12:00 PM

Plasma Science and Technology(PST)

[1Da09-12] PST

Chair:Keiichiro Urabe(Kyoto University)

Wed. Nov 3, 2021 11:00 AM - 12:00 PM Room D (Kotohira)

[1Da09] Damage to nucleic acids and cellular response induced by cold atmospheric pressure plasma irradiation

*Hirofumi Kurita¹ (1. Toyohashi University of Technology)

11:00 AM - 11:30 AM

[1Da11] Rapid degradation of protein using gas-liquid interface plasma

*tatsuru shirafuji¹, jun-seok oh¹, hiroki nakatani¹, shiori maezawa², motoko takaoka² (1. Osaka City University, 2. Kobe College)

11:30 AM - 11:45 AM

[1Da12] Localization of Inward Plasma Method Using Permanent Magnetic Lens

*Hayato Nagasawa¹, Ken Ogitani², Reo Watanabe², Hiroshi Suga^{1,2} (1. Graduate School of Chiba Institute of Technology , 2. Chiba Institute of Technology)

11:45 AM - 12:00 PM

大気圧プラズマ照射による核酸損傷と細胞応答

○栗田 弘史*

豊橋技術科学大学

Damage to nucleic acids and cellular response induced by cold atmospheric pressure plasma irradiation

○Hirofumi Kurita*

Toyohashi University of Technology

大気圧低温プラズマの生物応用が近年活発に研究されており、プラズマ照射による微生物の殺菌のほか、抗腫瘍効果や創傷治癒・低侵襲止血への有効性を示す結果が相次いで報告されている。これまでの研究の進展により、プラズマ照射は細胞に対して酸化ストレスとなり、様々な生命現象を惹起することが明らかになってきた。このとき直接的に影響を受けるのは核酸・タンパク質・脂質などの生体高分子であり、なかでも DNA は遺伝情報の伝達などを担う重要な生体分子である。細胞内の DNA は酸化ストレスなどによって損傷を受け、DNA 上に鎖切断や塩基修飾などが生じる。DNA 損傷は突然変異や細胞死を起こすことがあることから細胞の生死を分ける重大な現象であり、筆者らはその重要性を鑑みて、プラズマ照射によって生じる DNA 損傷に注目して研究を進めてきた。

プラズマ照射によって生じる DNA 損傷に関する研究は、初期に行われていた DNA 溶液にプラズマを照射して DNA を解析するものと、細胞に対してプラズマを照射した後、その内部の DNA を解析するものに大別できる。前者においてはゲル電気泳動による解析がほとんどであったが、筆者らは、5'末端を蛍光物質で、3'末端を消光物質で修飾した、ステムループ構造をとりうる Molecular beacon (MB) と呼ばれるオリゴヌクレオチドを DNA プローブとして利用する電気泳動に依らない迅速・簡便な手法を開発した¹⁾。DNA 鎖切断を反映した蛍光増大を測定することで迅速かつ定量的計測が可能となった。また、この手法と合成リン脂質を用いて作製した人工細胞モデル (ベシクル) を組み合わせ、ベシクルに MB を内封させてプラズマ照射した。その結果、人工細胞モデルを崩壊しないプラズマ照射でもその内部に DNA 切断因子が侵入していることが明らかになった²⁾。

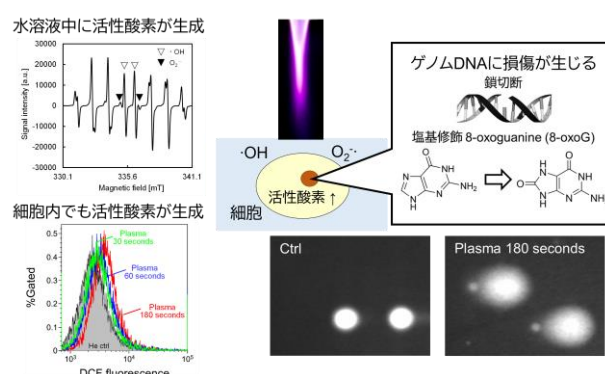


Fig. 1. 大気圧プラズマ照射によるゲノム DNA 損傷

また、培養細胞へのプラズマ照射でゲノム DNA に生じる DNA 損傷についても解析している。プラズマ照射によってゲノム DNA に鎖切断が生じることが多くの先行研究で明らかになっているが、筆者らは報告例の少ない塩基修飾に注目した。ヒト肺がん由来培養細胞株である A549 細胞にプラズマジェットを照射し、ゲノム DNA を解析したところ、細胞生存率を大きく低下させないプラズマ照射であっても鎖切断や塩基修飾が生じていることが示され、鎖切断よりも塩基修飾のほうが生じやすいことも明らかになった³⁾。また、修飾塩基を認識・除去する DNA 修復酵素の活性化も認められ、現在詳細な解析を進めている。

文 献

- 1) H. Kurita, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **107**, 263702 (2015).
- 2) E. Szili, *et al.*: J. Phys. D: Appl. Phys. **50**, 274001 (2017).
- 3) H. Kurita, *et al.*: PLOS ONE **15**, e0232727 (2020).

*E-mail: kurita@chem.tut.ac.jp

気液界面プラズマを用いたタンパク質の高速分解

○白藤 立^{1*}, 呉 準席¹, 中谷大樹¹, 前澤詩織², 高岡素子²

¹大阪市立大学工学研究科, ²神戸女学院大学人間科学部

Rapid degradation of protein using gas-liquid interface plasma

○Tatsuru Shirafuji^{1*}, Jun-Seok Oh¹, Hiroki Nakatani¹, Shiori Maezawa², Motoko Takaoka²

¹Osaka City University, ²Kobe College

1. はじめに

海藻由来のアルギン酸やフコイダンなどの天然物由来高分子を低分子量化したものを食材として摂取することによって、抗ウィルス、抗アレルギー、抗血液凝固、アポトーシス誘導などの作用があることが知られている。栄養摂取能力が低下した高齢者が多数を占める高齢化社会においては、通常の食事とともに、上記のような作用を持つ食材を摂取することで、各人のQoL向上につながると期待される。しかし、従来の低分子量化は、エネルギーや時間を大量に消費する加水分解や酵素を用いており、それが製品コストに反映されている。超高齢化社会では、上記のような作用を持つ食材を、速く安価に提供する基盤技術が必要であると考えられる。我々は、天然物由来高分子の低分子量化の方法として、気液界面プラズマを用いたプロセスの可能性に関する研究を行っている¹⁾。

今回、我々は、高分子の分解に関する気液界面プラズマの分解レートの性能評価のために、難分解性高分子として知られているたんぱく質の分解を行い、他の手法との比較を行った。

2. 実験方法と実験装置

Fig. 1は気液界面プラズマ処理の原理図である。処理時間以外の処理条件は既報の通りとした¹⁾。脱イオン水に溶かした0.1 mg/mLの牛血清アルブミン(BSA)にこのプラズマ処理を施し、処理前後のBSAの濃度をブラッドフォード法で評価した。Fig. 2にその結果を示す。大嶋らによるマイクロバブルを援用した水中プラズマを用いた実施例では、同初期濃度のものが0.01 mg/L以下となるために60分を要する²⁾。一方、本方式では約3分で十分な濃度減少が確認され、プラズマと接する液体を薄くすることで、分解速度が大幅に向上した。今後は、大容量対応のために直並列化すると

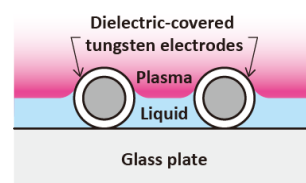


Fig. 1. 気液界面プラズマ処理の概念図.

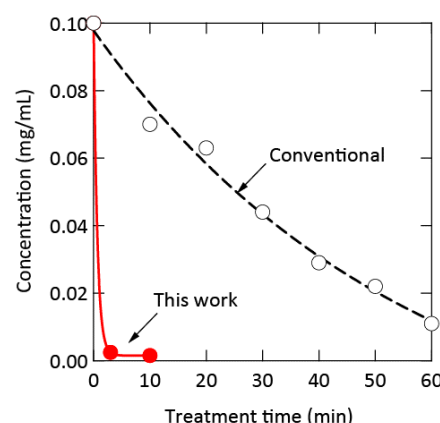


Fig. 2. BSA 濃度の処理時間依存性.

とともに、エネルギー効率の評価とその低減を図る予定である。

謝辞

本研究は、JST A-STEP (JPMJTR20UK), JST OPERA (JPMOP1843), 科研費 (19H01888) の助成を受けて行われた。

文 献

- 1) 河野隆大他：第 38 回プラズマプロセッシング研究会／第 33 回プラズマ材料科学シンポジウム, S027-A-05, p. 136 (2021).
- 2) 大嶋孝之他：静電気学会誌 33, 1 (2009).

*E-mail: shirafuji@osaka-cu.ac.jp

永久磁石レンズを用いた吸引プラズマ法の局所加工について

○長澤 颯¹, 荻谷 拳², 渡邊 怜音², 菅 洋志^{1,2*}

¹千葉工業大学大学院, ²千葉工業大学

Localization of Inward Plasma Method Using Permanent Magnetic Lens

○Hayato Nagasawa¹, Ken Ogitali², Reo Watanabe², and Hiroshi Suga^{1*}

¹Chiba Institute of Technology Graduate School ² Chiba Institute of Technology

1. 緒言

近年, 微小なプラズマを発生させて特定の箇所のみを加工する等の技術が, 吸引プラズマ法として注目されており, リバースエンジニアリングや半導体の不良解析において, 特定の箇所だけをエッチングすることに応用されている¹⁾. 吸引プラズマ法は細管内にガスを導入, 細管を囲む電極から高周波電力を与えてプラズマ化し, 細管の上流のプラズマをガスの入り口まで導くことで, 入り口近傍に置かれた材料をエッチングする手法である¹⁾. しかし, プラズマが発生する細管先端の口径を小さくすると, 吸引プラズマ法は安定してプラズマが発生しないという問題点があり, 次世代のより精度の高いエッチング加工のため, プラズマの更なる局所化が求められている²⁾.

本研究では, それらの問題を解決するために小型で強い磁場を発する永久磁石を用いた磁場レンズに注目した. ネオジム磁石と鋼材 (SS400) を使用したが, 鋼材の形状によりレンズの性能が大きく変わるため, 有限要素法による磁場解析により磁気回路を計算しながら, 鋼材の最適形状を設計することにより, 磁場レンズを製作した.

2. 実験方法

Figure 1 に吸引プラズマエッチング装置, 磁場レンズの概略図を示す. 真空チャンバー内にガスを導入した後, 内径 4 mm のアルミナ製の吸引管を通して真空排気しながら, 吸引管の周りに配置した円筒形状の電極に高周波 (13.56 MHz) を印加し, ガスを吸引管内でプラズマ化させた. 本実験では, 吸引管の先端部付近に永久磁石と鋼材 (SS400) を用いて作製した磁場レンズを設置し, 吸引プラズマエッチング加工を行った.

3. 実験結果

磁場レンズの有無による加工痕の光学写真結果を Fig.2 に示す. 磁場レンズなしの場合, キャピラリ管内径 (4 mm) に対して, 約 238.2%の加工痕が得られた. また, 磁場レンズありの場合, キャピラリ管内径に対して, 約 74.4%の加工痕が得られた. これらの結果から, 製作した磁場レンズがプラズマ局所加工に有効であることを確認した.

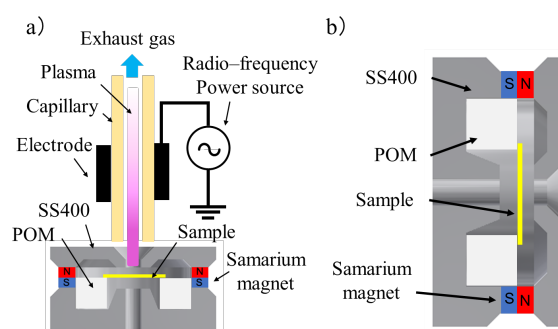


Fig. 1. 実験装置の概略図

a) 吸引プラズマエッチング装置 b) 磁場レンズ

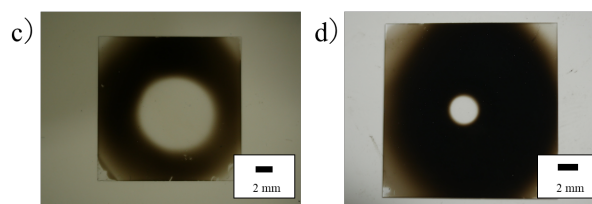


Fig. 2. 磁場レンズの有無による加工痕の光学写真

c) 磁場レンズなし d) 磁場レンズあり

文 献

- 1) S. Shimbori, et al. : J. Vac. Soc. Jpn. **53**, 234 (2010).
- 2) R. Kanou, et al. : J. Vac. Soc. Jpn. **60**, 148 (2017).

*E-mail: hiroshi.suga@it-chiba.ac.jp