

生物工学分野における革新的道具 “プラズマ”

川崎 敏之

「プラズマ」と聞いてどんなことをイメージするだろうか。自然界で見ることができる代表的なプラズマとしては稲妻、太陽があげられるが、いずれも感電しそう、熱そうだと感じるだろう。プラズマの詳細な説明は省略するが、一般的にプラズマは「熱プラズマ」と呼ばれる熱平衡プラズマと、「低温プラズマ」と呼ばれる非熱平衡プラズマに大別される。稲妻や太陽は熱プラズマに属し、温度は数千～数万度に達する。一方、低温プラズマの温度は室温程度なので熱くない。近年、大気圧下で発生させた低温プラズマの生物工学への応用に関する新しい展開が期待されている。

大気圧低温プラズマの応用に関する研究は環境保全分野が代表的で、プラズマ技術が搭載された空気清浄機やエアコンをお持ちの方もいるのではないだろうか。これは高電圧（数千ボルト）が印加された電極間にプラズマを発生させ、そこで誘起される化学反応や発生する化学活性種をガス浄化などに利用しようとするものである。一方、最近では、電極間だけでなく大気中に低温プラズマを取り出した「大気圧低温プラズマジェット」が注目されている¹⁾。これは図1に示すように、人体に照射することもできる。ターゲットは何であれ、相手に熱的なダメージを与えないところに特徴がある。感電もしない。固体、液体（状）、生体組織などターゲットが限定されない。このような特徴を持つプラズマ技術は、殺菌、ウイルス不活性化、バイオ、医療分野への応用研究が活発に行われている。今回、生物工学の革新的道具になる可能性を秘めたプラズマ技術についていくつか紹介する。

まずは殺菌への応用である。従来の加熱、放射線、薬剤などによる殺菌方法に対して、プラズマジェットは常温、無毒、高速殺菌技術として注目されている。大阪大学の北野らは、プラズマにしかできない液体中殺菌を見

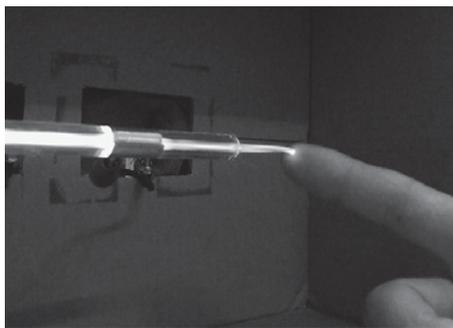


図1. 大気圧低温プラズマジェットを指に照射している様子

いだすことが重要であると指摘し、そのメカニズム解明においてpHや温度依存性について明らかにしようとしている²⁾。次に最近特に注目されている応用分野としてプラズマ医療がある。これは大気圧低温プラズマジェットを直接または間接的に生体組織などに照射して治療しようとするものである³⁾。プラズマジェットの照射が皮膚創傷への治療に有効であるとともに、痛みを伴う患部への直接的薬剤塗布に対して痛みを伴わないところも利点としてあげられている⁴⁾。また、ラットを使った実験も行われており、細胞増殖に効果があると報告されている⁵⁾。一方で、照射条件を変えることで細胞を死滅させることができ、最近ではがん治療への応用に関する研究報告もある^{4,6)}。

名古屋大学の堀らは、患部に直接ではなく、プラズマジェットを照射した溶液を用いてがん細胞だけを殺傷することに成功している⁷⁾。プラズマ技術ががん治療を含む医療における有望な治療手段になりうることが実験的に示されている。

このように生物学的用途において有効であるとの実験結果は得られているが、そのメカニズムは明らかになっていない部分が多い。安全・安心な道具としてプラズマを利用するためには、メカニズムを解明する必要がある。たとえば、重要な役割を果たしていると考えられているプラズマから発生する化学活性種、荷電粒子、紫外線などと複雑な分子組成、生物学的な機能を有するターゲット間における相互作用などである。現在、メカニズム解明に関する研究が活発に行われている。

今回、プラズマ技術が生物工学における革新的道具になりうることを紹介した。特にiPS細胞に代表されるように、発展が期待されている医療分野においても、異なる方向からプラズマ技術が貢献できる時代もそう遠くないように感じる。現在は異分野融合による科学技術の発展が必要とされている。関係がないような分野にも常に興味を持ちながら、そこにある我々が抱えるさまざまな課題を自分の専門分野に取り込んで解決しようとする意識を強く持つ必要がある。

- 1) 北野ら：応用物理, **77**, 383 (2008).
- 2) 北野ら：静電気学会誌, **37**, 112 (2013).
- 3) 浜口：J. Plasma Fusion Res., **87**, 696 (2011).
- 4) 浦山ら：静電気学会誌, **33**, 154 (2009).
- 5) 山本ら：静電気学会誌, **35**, 20 (2011).
- 6) Iseki, S. et al.: Appl. Phys. Lett., **100**, 113702 (2012).
- 7) Tanaka, H. et al.: Plasma Med., **1**, 265 (2011).