

大気圧低温プラズマを用いた分析装置の実用化ならび医療・バイオ応用展開
Applications of atmospheric-pressure plasmas with room temperature
for analytical chemistry, medical device and biomaterial
大阪大学大学院工学研究科 アトミックデザイン研究センター 北野勝久

“プラズマ”とは物質の“状態”を示す広義な意味をもつ。物質は温度を上げて行くにつれて、固体、液体、気体と状態が変化していくが、さらに温度が高くなるとイオンと電子に分かれたプラズマ状態になる。高エネルギー状態のプラズマ中には多様な活性種を含んでいると共に、高エネルギーフォトン放出もあり、様々なプロセスに用いられている。多くのプラズマ生成は真空容器内で行われるが、近年、大気圧下で生成されるプラズマに着目が集まっている。大気圧プラズマは溶接に使われるアークプラズマのような高温になりがちであるが、各種の工夫を凝らすことで指で触れる低温プラズマの生成も可能であり応用範囲が広がる。各種の工夫を凝らすことで図1に示すような熱負荷の無い低温なプラズマの生成も可能である。生成方法には各種方式が提案されているが、LF (Low Frequency)プラズマジェット (図1) と呼ばれる単電極構造による生成法を開発し[1]、装置製作は1000円程度で可能である。



図1 LF プラズマジェット

(株) 島津製作所と共同研究を行い、ガスクロマトグラフ用プラズマ検出器を開発して、Tracera (図2) という製品名で2013年より世界市場で販売を行っている[2]。カラムで分離したガス成分をプラズマからの高エネルギーフォトンにより光イオン化し電気信号として検出する。従来の汎用検出器では検出が難しかった微量成分の分析を、あらゆる成分に対して可能となった。



図2 Tracera

人体に対するプラズマプロセス、すなわちプラズマ医療に関する研究を進めている。殺菌、止血、治療などの効果が期待されており、その中でも消毒応用に力を入れている。プラズマ周囲の空気を活性化することで、様々な活性種を供給する事が可能であり、これまで低pH法[3]やプラズマ処理水の冷蔵保存などの新しい技術を開発することで、従来の殺菌方法と比べて高い殺菌力と安全性を同時に実現出来た。基礎科学の研究者と連携して高い殺菌力を得るための各種技術を開発しつつ、反応素過程を検証し、医師や医療機器メーカーと連携することで歯科治療や外科治療への適用を進めている。

大気圧プラズマは衝突頻度が高いことから、粒子の運動エネルギーは非常に低いためにポリマー材料へ物理的ダメージを与える事なく化学反応を誘起させるのに適している。そのため緻密な処理が必要なバイオマテリアルへの応用は適しており、プラズマ処理に適したブロックポリマーの合成や液中ナノ粒子の合成などの研究、ならび生体イメージング用ナノ粒子の表面修飾などの研究を行ってきた。適切なプラズマ装置を構築することで、酸化、還元、重合、架橋などの反応場を利用する事ができる。

[1]北野勝久、応用物理学会誌、4月号、(2008)。日本国特許 4677530 号。米国特許 8232729 号。

[2] <http://www.an.shimadzu.co.jp/gc/tracera/>。

[3] S. Ikawa, Plasma Process. Polym., pp.33, (2010)。日本国特許 4408957 号。米国特許 8871146 号。