NaCl 水溶液を電極とした大気中ヘリウム直流グロー放電における負イオン種

Negative ion species in open-air helium dc glow discharge with NaCl solution as an electrode

細田 崚平 [1]，白井 直機 [1]，杤久保 文嘉 [2]，○佐々木 浩一 [1]　([1] 北大工，[2] 首都大システムデザイン)
R. Hosoda[1], N. Shirai[1], F. Tochikubo[2], and ○K. Sasaki[1]
([1]Hokkaido Univ., [2]Tokyo Metropolitan Univ.)
E-mail: sasaki@qe.eng.hokudai.ac.jp

[はじめに]　大気中で生成される非平衡プラズマに関する研究が高い関心を集めている。ノズルからヘリウム等の希ガスが噴出し，そこでプラズマが生成される場合でも，大気中でのプラズマ生成では希ガスに大気中の酸素が巻き込まれる。また，プラズマが水溶液と相互作用する場合では，水溶液から水蒸気が生成し，それがプラズマに混入する。したがって，大気中で生成される非平衡プラズマは電気的負性の性質を持ち，プラズマ中には負イオンが存在し，負イオンは放電の構造等に大きく影響すると考えられるが，大気圧プラズマにおける負イオンの研究にはあまり手がついていない。本講演では，NaCl 水溶液を電極とした大気中ヘリウム直流グロー放電における負イオン種をレーザー光脱離ガルバノ法で調べた結果を中心に述べる。

[実験方法]　直径が 1 mm 以下のノズルを有する金属電極と NaCl 水溶液の間に直流の高電圧を印加し，ノズルからヘリウムを液面に向かって噴出させたときに，大気中において生成されるグロー放電を実験対象とした。波長可変のパルス (8 ns) 色素レーザー光をプラズマに照射し，レーザーパルスの照射に起因して生じる放電電流の増加 (光ガルバノ信号) を測定した。レーザー光子のエネルギーが負イオンの電子親和力を越える時，負イオンから光脱離電子が生成されるため，放電電流が増加するものと考えられる。色素レーザーの波長を掃引したときの光ガルバノ信号の変化から，光脱離電子を生じた負イオン種が何かを判断することができる。

[実験結果および考察]　OH^- の光脱離閾値エネルギーに相当する波長域で色素レーザーの波長を掃引し，光ガルバノ信号の変化を調べた結果を図 1 に示す。このとき，ノズル金属電極が陽極，NaCl 水溶液が陰極となっているが，比較のため，陰極を金属平板としたときの結果についても示している。直流の放電電流は 20 mA で共通としている。分子負イオンである OH^- には光脱離の閾値エネルギーが多数存在するため波長の増加に伴い光ガルバノ信号が緩やかに減少しているが，その変化は光脱離断面積の波長依存性とよく一致した。波長 670 nm と 700 nm における光ガルバノ信号の差が OH^- の密度を反映し，波長 700 nm における光ガルバノ信号は H^-，O^-，および O_2^- の密度を反映すると考えられる。この結果から，1) 大気中で生成されるヘリウムグロー放電には負イオンが存在すること，2)NaCl 水溶液と相互作用する時プラズマの電気的負性が高まること，および，3)NaCl 水溶液と相互作用するとき OH^- は主要な負イオン種となることがわかった。また，Cl^- の光脱離閾値エネルギーに相当する波長域での同様の実験結果から，Cl^- は主要な負イオン種ではないことがわかった。講演までに O^- の光脱離閾値エネルギーに相当する波長域での実験を遂行し，主要な負イオン種が O^- か O_2^- であるかについても言及したい。

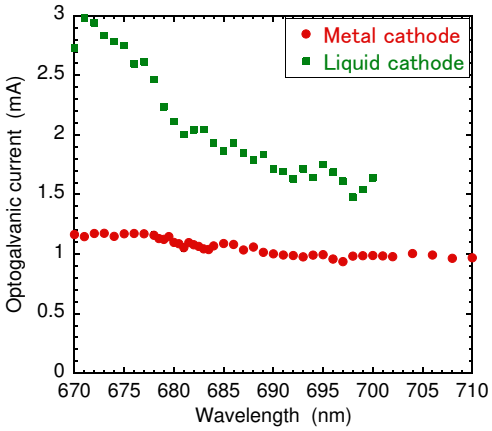

図 1: 光ガルバノ信号のレーザー波長に対する依存性