開催報告

スパッタリングおよび
プラズマプロセス技術 (SP) 部会
第 159 回定例研究会開催報告

菊地直人^{1,*}・木原直人²

¹産業技術総合研究所

☎ 305-8568 つくば市梅園 1-1-1

²AGC 株式会社商品開発研究所

☎ 221-8755 横浜市神奈川区羽沢町 1150

(2019 年 4 月 8 日受理)

Report on the 159th Seminar of Sputtering and
Plasma Process Research Division

Naoto KIKUCHI^{1,*} and Naoto KIHARA²

¹National Institute of Advanced Industrial Science and
Technology (AIST), Tsukuba, Ibaraki 305-8568

²AGC Inc., Yokohama, Kanagawa 221-8755

(Received April 8, 2019)

2019 年 3 月 15 日にスパッタリングおよびプラズマプロセス技術 (SP) 部会第 159 回定例研究会が京都大学桂キャンパスで開催されました (Fig. 1)。この研究会は当初 2018 年 9 月 4 日に開催される予定でしたが、あいにくの台風により安全に実施することが適わず、今回の開催に至ったものです。

近年、大気圧プラズマはガス温度が室温近傍の低温プラズマの開発が進んだことから、生体や繊維といった有機物など、熱に弱い物質へも適用されるようになり、注目されています。そこで今回の研究会では「大気圧プラズマの最前線」と題し、大学やメーカーで研究開発されている 4 名の講師をお招きし、表面処理や物質合成などの最新の研究動向と産業装置の実際についてご講演をいただきました。

1 件目は東京工業大学の沖野晃俊先生より「新しい大気圧プラズマ装置の開発と医療等への応用」と題してご講演を頂きました。100℃ 以下の低温プラズマの開発によって、IEEE ICOPS (International Conference on Plasma Science) の大気圧プラズマに関する発表件数が、この 10 年ほどで急激に増加しており、表面処理や医療等の多方面への応用が進んでいる現状を紹介されました。沖

Fig. 1. (color online). A photograph of the seminar.

野先生は He だけでなく O₂ や N₂, air など様々なガスを利用できるマルチガスプラズマを開発されており、その応用例として、プラズマガスを液中へバブリングすることによって液中の細菌などを殺菌する「プラズマバブリング」、低温プラズマによる高速止血などのご紹介をされました。さらには大気圧プラズマによる物質表面付着物の非接触かつ非破壊の分析についてもお話がありました。マルチガスによる低温プラズマによって、無機物・有機物・生体を問わず応用が進んでいることに大変驚かされました。

2 件目は大阪大学の久保雄司先生より「フッ素樹脂と異種材料を強力接着するためのプラズマ表面改質技術」と題してご講演をいただきました。フッ素樹脂は耐熱性、耐候性、耐薬品性が高く、また高い撥水撥油性と電気絶縁性も併せ持つ非常にユニークな材料ですが、その特徴ゆえに、他の材料との接着性が非常に困難であることが知られています。久保先生はこうしたフッ素樹脂に対して、熱アシストによる大気圧プラズマを使った表面処理について報告されていました。熱アシストによりフッ素樹脂表面に酸素を含む官能基を導入し、その官能基と例えばゴム中の SiOH 粒子が縮重合反応することによってフッ素樹脂とゴムが強く結合する例などを反応機構とともに紹介されました。これまで接着が難しいといわれていたフッ素樹脂の新しい可能性を拓ける研究であると強く感じました。

* E-mail : naoto-kikuchi@aist.go.jp

3 件目は名古屋大学の石川健治先生より「大気圧プラズマと表面の相互作用」と題して、液中プラズマによるグラフェン合成を中心にご講演をいただきました。ここでの液中プラズマとは、プラズマを生成するための二つの電極を気相と液相に配置し、電極間に液相/気相界面を含むように配置されたもので、液相にアルコールを使うと、シート状のグラフェンを生成することができるものです。特に Fe フタロシアニン溶解したジメチルホルムアミドをエタノールと混合した液相で液中プラズマを発生させると 1 ミクロン角のグラフェンシートを合成することが可能だそうです。エタノール液中では脱水素反応によるジオール化が進み、その二重結合をもつアルケンの揮発と Diels-Alders 反応による共役ジエンの付加環化によってグラフェンが合成されるメカニズムを紹介されました。また点滴に用いられる乳酸リンゲル液に大気圧プラズマを照射することによって得られたプラズマ活性乳酸により、動物実験でがん細胞が減少するといった報告もされました。新しい材料合成の手法としての大気圧プラズマの可能性を大いに実感する内容でした。

最後の 4 件目は株式会社イー・スクエアの高島賢二先生より「大気圧プラズマ表面改質の優位性とその装置」と題してご講演をいただきました。イー・スクエア社ではすでに液晶ディスプレイパネルのクリーニング用などに大気圧プラズマ装置を 1,000 台以上出荷しておられます。ご講演では、はじめに薬液による湿式、コロナ放電や光 (UV・エキシマ) をつかった表面改質に対する大

気圧プラズマの優位点を述べられた後、実際の装置の特徴や処理後の表面状態を接触角や温度、除電など様々な観点から解説されました。また炭素繊維への大気圧プラズマによる表面処理についても最近のトピックスとして取り上げられました。大気圧プラズマは実験室内の研究にとどまらず、「役に立つ」技術としてすでに産業応用が図られている現状を知ることができました。

いずれの講演でも、質疑応答が活発で、休憩時間や終了後に講師の先生方への質問や議論が続いていたのが印象的でした。この研究会には、SP 部会員のみなならず、個人・法人の正会員、賛助会員や教育・公的機関、さらには一般からの計 37 名（講師を除く）の方々が参加されました。

SP 部会は日本真空学会において発足した部会ですが、2018 年 4 月の学会合併にともない、日本表面真空学会の一つの部会として活動を続けていくことになりました。これを機会にこれまで積極的に扱うことがなかった「大気圧プラズマ」を研究会のテーマとして取り上げましたが、この技術の有用性や今後の可能性について改めて気づかされた思いです。今後、SP 部会として引き続き「大気圧プラズマ」について注目し、情報発信等を進めていこうと考えています。

最後になりますが、本研究会を企画するにあたり、アドバイスをいただいた株式会社プロマティックの福島和宏様に感謝いたしますとともに、研究会にご参加いただいた皆様に深く御礼申し上げます。