

# 特集 大気圧プラズマが拓くあたらしい技術

大気圧でのプラズマに関する研究は、近年基礎から応用までその幅が広がっている。材料合成からエネルギー転換、医療応用と言った分野まで含んでおり、化学工学の世界とも縁が深いものとなりつつある。そこで、本号では、大気圧でのプラズマの基礎から応用までを幅広く取り上げ、今後の展開を俯瞰する一助としたい。

(編集担当：関根 泰)†

## 大気圧プラズマの現状と将来展望

小田 哲治

### 1. はじめに

「大気圧プラズマ」の表題を見たとき、専門外の人は何を連想するであろうか？ そもそも、プラズマという名前は、最近でこそ、プラズマ○○○といった製品紹介が増えたおかげで、名前は知っている。でも何のことか理解できる人は少ないのではないだろうか。

筆者が、初めて勉強の場でプラズマを聞いたのは、核融合反応の研究をされている故関口東大名誉教授からであった。それまでは、「核融合反応」とは、「水爆だ!」「水素、あるいは重水素を超高気圧、1億度の高温度状態に保つと核融合反応が起きる!」「水素爆弾は、原子力爆弾の力でこの環境を作るのだ!」と言った程度のイメージに過ぎなかった。が、「核融合の実用化を目指している研究室では、プラズマなるものを作り、このプラズマを加熱し、ある時間保つと核融合反応が起きる。これには、有名なローソン条件があつてね。…」と教授の熱弁が続いた。「プラズマとはね。医学で言うのとは違うよ!」という具合である。本などでは、固体、液体、気体のつぎの第4の状態等とも記述されている。前の3状態は、原子あるいは分子の並び方であるが、プラズマでは、原子あるいは分子の他に、それ

らが電離した結果の電子やイオン、イオン化した分子、安定でない分子(基)などが混在化したものと言われている。ちなみに、後者の不安定なものを活性種(ラジカル)という。化学分野と同じで反応性に富んだものである。また、プラズマ状態を示すパラメータとしては、密度、温度、電離度(各成分の比率)が挙げられる。プラズマ全体が熱平衡状態になると、電子、イオン、分子の温度は等しくなり、電離度も温度によって決まる。電離度を上げるには、温度が高いことが必要であり、このようなプラズマを高温プラズマ、熱プラズマ、あるいは(熱)平衡プラズマとよぶ。現在、核融合反応の研究をしているところは、電離度が100%近い状態で、温度目標も数千万度である。但し、密度は、大気圧の10万~100万分の1である。一方、パルス的な放電の場合、放電の初期には、質量の軽い電子のみが、大きく加速されて移動し、結果として電界によってイオンより大きなエネルギーを得ることから、電子とイオンや中性原子分子のエネルギーに相違が見られることになる。これを非平衡プラズマという。言い換えると、効率よく電子にのみエネルギーを与えることができるので、新たな反応が期待できる。そのため非熱(平衡)プラズマということもある。半導体プロセスで使われる低気圧放電の一部がこれに相当し、低温プラズマと呼ばれている。このように、圧力が低い分野の放電現象が、プラズマの名前と強く結びついているように思われる。

一方、大気圧放電は、プラズマと呼ばれることも少なく、目立たなかったが、近年、面白い反応が期待できることと環境問題とが重なり、注目を浴びるようになった。1つは、



Atmospheric Pressure Plasma Present and Future Trend

Tetsuji ODA

1976年 東京大学大学院工学系研究科電子工学博士課程修了 工学博士

現在 東京大学大学院工学系研究科電気系工学専攻 教授

連絡先: 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

E-mail oda@ee.t.u-tokyo.ac.jp

2011年2月25日受理

† Sekine, Y.

平成22, 23年度化工誌編集委員(6号特集主査)  
早稲田大学先進理工/応用化学科