

8. プラズマエレクトロニクス

日立中研 板橋 直志

プラズマエレクトロニクス大分類では、分科内招待講演として、本分野に多大な功績を残されている先生方の講演を行っている。今回は慶應大学の真壁利明先生，東京大学の吉田豊信先生の講演が行われた。会場は多くの聴講者で満席となった。真壁先生からは、これまで進めてこられた研究の萌芽期におけるさまざまな人との出会いのお話，また，吉田先生からは今後の研究の進め方に関する考え方など，ともに示唆にとんだお話をいただくことができた。講演後の質疑時間においては，多くの質問も寄せられた。

また，各中分類における講演は，従来型の低圧プラズマやこれを用いたプロセスの研究から，大気圧を含むプラズマの次世代応用に向けた新しい研究に移行していく傾向にあり，潮流の変化が感じられた。以下，各中分類の状況を報告する。

「8.1 プラズマ生成・制御」では，2日にわたって31件の発表があった。年度を越えた日程となったため，参加者の減少が心配されたが，両日とも50名ほどの参加者があり，議論は活発であった。大気圧プラズマが最も注目の話題であり，特に大気圧プラズマジェットの特性評価と応用に関する研究発表が大変多くなってきている。さまざまな分野で実用化が検討されつつあることがうかがわれた。今後も大気圧プラズマの新たな応用分野を開拓する方向の研究発表が増加すると予想される。また，気相-液相界面プラズマ（東北大）では，ナノ粒子合成などの具体的な応用の可能性が示され，改めて注目を集めた。一方で，高周波やマイクロ波による従来型のプロセス用プラズマ生成，制御の発表件数が減少傾向であった。

「8.2 プラズマ診断・計測」は，初日に開催され，例年並みの合計25件の口頭発表が行われた。午前の部は講演奨励賞授賞記念講演（阪大・伊藤）が行なわれたこともあり盛況であったが，午後の部はシンポジウム「プラズマが拓く次世代医療・バイオ技術」と重なったためか，参加者がやや少なめであった。本中分類においても，大気圧プラズマの診断に関するものが全体の3割を占めて最も多く，以下，真空紫外吸収分光に基づき窒化や酸化プロセスを議論したもの，スパッタプロセスにおける原子密度計測や基板入射正・負イオンのエネルギー分布計測，イオンウエハーセンサーに関するもの，などと続いた。マイクロ波共振プローブの大気圧化の検討やシランプラズマ中の正イオン重合化など，診断・計測においても，高圧化を意識した発表が多い傾向にあった。

「8.3 プラズマ成膜・表面処理」では，ポスターセッションで26件の講演が

あった。件数の多かった内容は順に、ポリマー材料の表面改質、シリコン、カーボン系薄膜のプラズマ CVD、 TiO_2 や ZnO などの酸化物薄膜、大気圧プラズマ応用、ロッド材被覆であった。昨今の傾向と比べると、大気圧プラズマ、マイクロプラズマ関連の発表がやや減少しているが、翌日に大気圧プラズマ応用をテーマとするスクールが盛況に開催されており、新規応用の拡大に期待がもたれる。阪大からは、大気圧プラズマ化学輸送法がメタルグレード Si 中の金属不純物の除去に有効であることが報告された。ホウ素、リンなどの除去については今回開示されなかったが、大気圧プラズマの今後の応用としてその展開が期待される。

「8.4 プラズマエッチング」では、2日にわたって 25 件の発表があった。従来型の低圧エッチングプラズマや、これを用いたシリコンや酸化膜などのエッチング自体の発表は減少傾向にあり、一方、エッチングチャンバー壁面の変質、エッチング状態の発光や電氣的プローブを用いたモニターなど、量産プロセス管理や装置異常検出のための研究や、エッチングやアッシングによるダメージ発生メカニズムなど、歩留まり向上に関する研究の講演が増加の傾向であった。また、エッチング反応に関する研究では、MRAM のための不揮発性材料のエッチングやディスプレイなどに用いられる金属酸化物のスパッタリングなど、応用の広がりに伴い、シリコン系でない材料に関する講演の数が増してきている。

「8.5 プラズマナノテクノロジー」では、C, ZnO , BN などの材料について、種々のナノワイヤ、ナノ粒子形成に関する研究を中心に 13 件の報告があった。特に、マイクロプラズマや液中プラズマを用いたナノ粒子形成、旋回加速度試験装置を用いた高重力下でのアーク放電の制御とカーボンナノチューブ形成についての講演は興味深いものであった。さらに、物材機構からは sp^3 結合 p 型 B と n 型 Si のヘテロ接合により効率 3.3% で光起電力が発生するとの報告があった。紫外領域に光吸収をもつ BN 太陽電池の可能性を示すものであり、今後の新たな太陽電池材料として非常に興味深い。

「8.6 プラズマ現象・新応用・融合分野」は、今回シンポジウム開催日と重なったため 2 日にわたり開催され例年並みの計 22 件が口頭発表された。このセッションでの報告は内容が多岐にわたり、近年のプラズマ応用の広がりを最も感じさせる。報告内容は、従来から応用が試みられている誘電体バリア放電を応用した光源・EHD などから、コンバッションプラズマの制御までバラエティに富んだものであった。中でも今回は液中でのプラズマによる汚染物質除去およびシンポジウムテーマでもあった医療分野などでのプラズマによる滅菌に関する報告が興味を引いた。今後もこれらの分野における報告が増加していくものと予想される。