

プラズマエレクトロニクス分科会企画 反応性プラズマの制御による先進プロセッシング ・板谷良平先生追悼シンポジウム・

プラズマエレクトロニクス分科会
東北大学 金子俊郎

反応性プラズマは、様々な化学的活性種を多量に含む極めて複雑な系であり、材料プロセッシングを初めとして、環境技術、バイオテクノロジー等、極めて広範な応用を有している。この反応性プラズマの礎を築かれた故板谷良平先生を偲び、本シンポジウムでは板谷先生のご意志を継いで反応性プラズマ研究を専門としている研究者から、反応性プラズマ制御による先進プロセッシングの現状と将来展望について発表いただき、今後の反応性プラズマプロセッシングに要求される姿を見極めることを目的として、本シンポジウムを実施した。シンポジウムは9月14日(火)14:00~18:00の日時で長崎大学にて開催され、聴講者は100名程度であった。

まずはじめに、愛媛大学の橘邦英先生(京大名誉教授)から、基調講演として「反応性プラズマの黎明・発展と板谷良平先生」のタイトルでお話しいただいた。板谷先生は、“反応性プラズマ”の先達であり、特に、1988年に開始された重点領域研究「反応性プラズマの制御」の領域代表として、反応性プラズマの黎明期を牽引されたことが紹介された。プラズマ応用技術の展開には、電子が主役、反応生成種が主役、輸送と表面反応が主役の3段階があり、これらを制御することが反応性プラズマを制御することであるとの持論を展開され、反応を突き詰めて考え、何を変化させればどのような反応が起こるかを徹底的に考えていたとのことであった。その一例として、時定数の違いを利用した反応の制御に注目され、混合気体内での正弦波とパルスで放電の発光色を変えることで反応性プラズマの意義を実証されたことが紹介された。橘先生ご自身は、特定領域研究「マイクロプラズマ」の領域代表として、マイクロプラズマのサイズと密度の特徴的領域を活用することの意義を説明され、さらに、プラズマによる人工媒質の合成、高密度ヘテロ媒質中プラズマ、プラズマによる遺伝子導入等の新しい分野を築かれたことを紹介された。単純なモデル系を構築し、実験と理論の共同が必要であることを説明され、板谷先生の負イオンが存在するプラズマシース形成を手で計算した例を引用し、自ら手で計算し反応の中身を理解することで、現象の本質を見極めることの重要性を指摘された。

長崎大学の藤山先生には、「先進プラズマプロセスに求められるプラズマ源の開発」のタイトルで講演いただいた。はじめに、板谷先生語録として「プラズマは子宮である」、すなわちプラズマは全てを生み出す源であるという名言が紹介された。また、板谷先生はプラズマ応用分野においてもプラズマ物理を積極的に利用することを推奨され、藤山先生はそれを実際に行われ、長崎大学においてプラズマ物理を産業応用に利用された結果について述べられた。その実例として、ワイヤコーティングや太陽電池アモルファスシリコン堆積におけるプラズマ大面積化、細管内のコーティングにおけるマイクロプラズマ生成等に、磁場変調方式や第2高調波 ECR プラズマ方式など、プラズマ物理の知見を最大限に利用された手法について紹介された。

九州大学の白谷先生からは、「反応性プラズマの制御による先端太陽電池用シリコン薄膜形成」についてお話しいただいた。板谷先生は、常に「反応性プラズマは、装置依存性のない形で結果をまとめるべきである」と主張されており、ラジカル計測を行うことで、外部パラメータではなく内部パラメータを測定することの重要性を指摘され、この分野に於いて日本を世界のトップへ導かれたととも

に、産業界へも大きく貢献されたことが紹介された。白谷先生は、太陽電池用のアモルファスシリコン成膜において、マルチホロープラズマ CVD を用いることによって、光劣化の原因と考えられるナノ粒子の混入を防ぎ、かつナノ粒子を評価する手法を確立したことで、高速で安定なアモルファスシリコン成膜に成功されたことを紹介された。また、シリコンラジカルと水素ラジカルの割合で、どのような膜が形成されるかを予測でき、高度なプラズマ制御の必要性を指摘された。

日立ハイテクの伊澤氏には、「表面反応制御による高精度プラズマエッチング」のタイトルで講演いただいた。半導体エッチングにプラズマを導入する際に、内部パラメータの測定が重要であるとの板谷先生の教えのもと、ウェハに入射するイオンとラジカルの散乱過程及び表面付着過程をエッチングモデルに導入し、特にマイグレーションによって吸着確率が上昇することを考慮することによって、実験結果を正確に説明できるようになったことが紹介された。基板温度による反応生成物分布の制御、アンダーカットの圧力・温度依存性等、厳密な詳細な解析結果についても説明された。

高知工科大学の八田先生からは「反応性プラズマによるナノテクノロジー」のタイトルで講演いただいた。板谷先生から学んだ言葉として、研究に必要な力は「体力、気力、学力、魅力、時として瞬発力」であるということを紹介され、瞬発力の事例として、翌日に企業で講演する資料作成のために、夜までに実験準備、徹夜で実験、朝に結果を持って行かれたという逸話が紹介された。また、何のために研究するのかとの問いには「人類の未来のために」、実験結果を必ず説明できなければならないことを「自然は嘘をつかない」と表現され、さらに実験に必要なものがなければ「作ったらいい」が口癖であった、工学研究者に対する教育者としての板谷先生の一面を紹介された。空間変調と時間変調を駆使し、空間スケールの極小化、時間スケールの極短化、高密度媒質、高速流体を利用することの重要性についてお話しされた。

パナソニックの奥村氏から「高密度プラズマ源とプロセス設備の開発」に関して講演いただいた。板谷先生とは、在学中に講義を受けられたこと、入社後、助言を頂く機会が多く、学位取得も勧められたことを紹介された。奥村氏は、ICP で均一な大面積プラズマを生成する際に、マルチターンアンテナの直径を大きくするとインダクタンスが増大してしまう問題を、インダクタンスを減少させる手法としてマルチスパイラル立体コイルを考案することで解消した。また、排気方式を等方排気にしたり、ショートピンで電磁界制御を行い均一なプラズマ源を実現したこと、さらにはメンテナンス性を考慮した設備にする等の装置開発における様々な工夫について紹介された。

松山大学の葛谷先生からは、「反応性プラズマ化学の医薬学領域への応用」と題して講演いただいた。板谷先生より、プラズマ領域でも「化学」が必要であるとの要請を受け、重点領域研究に途中から参画されたことを紹介された。プラズマ CVD 薄膜の化学診断においては、「装置依存性のない形で結果をまとめる」との板谷先生の言葉を引用され、示量性から示強性へ変革することの必要性を示された。プラズマ化学は、活性種を作ることがプラズマの役割であり、その表面での化学反応を良く理解することで、問題の解決法が見つかることを主張され、プラズマ技術を利用した医薬学応用、テーラーメイド医療を目指していることを紹介された。

今回のシンポジウムでは、講演者の皆様から多くの板谷先生のお言葉が紹介され、板谷先生の存在の大きさをあらためて感じた次第である。このシンポジウムを通して、板谷先生の築かれた反応性プラズマ、さらにはプラズマ全般にわたり、その有用性を再度見つめ直す機会にさせていただければ幸いである。

