

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11483 号
------	---------------

氏 名 林 祐衣

### 論 文 題 目

Fundamental processes and applications of chemical reaction  
induced by plasma at gas-liquid interface  
(気液界面プラズマによる化学反応の基礎的プロセスおよび応用)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	後藤 元信
委員	名古屋大学	教授	田川 智彦
委員	名古屋大学	教授	尾上 順
委員	名古屋大学	准教授	安田 啓司

## 論文審査の結果の要旨

林祐衣君提出の論文「Fundamental processes and applications of chemical reaction induced by plasma at gas-liquid interface (気液界面プラズマによる化学反応の基礎的プロセスおよび応用)」は、気液界面プラズマの基礎的な反応プロセスの理解と化学反応プロセスとしての利用を目的とし、活性種や反応生成物の輸送機構の検討結果を踏まえ、高効率な気液界面プラズマの連続プロセスの開発ならびにファインバブル水中および高圧雰囲気下におけるプラズマ反応場の形成を試み、それらの有用性を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、プラズマプロセスの基礎およびその研究の変遷を述べると共に、液体を用いたプラズマプロセスの研究における本研究の位置づけを述べている。

第2章では、気液界面プラズマ照射時の水溶液中における化学反応および輸送機構の理解を目的とし、気液界面プラズマが水溶液へ及ぼす影響について調べ、気液界面プラズマ照射時の活性種や励起種の計測と化学的手法による pH の空間分布の測定から、水溶液の深さと対流を制御することによって効率の良い気液界面プラズマのプロセスを実現可能であることを明らかにしている。

第3章では、気液二相流を利用した2つの新規プラズマプロセスを開発した。気液二相スラグ流プロセスでは一定間隔の気泡を水溶液と共にガラス管に流し、気泡内部においてプラズマを形成することで対流の制御された気液界面プラズマの連続プロセスを実現した。一方、ガラスキャピラリーの外表面を流下している水溶液界面に対して浴面放電を行うことによってプラズマと水溶液の接触面積が大きい連続プロセスを実現した。酸化分解実験の結果から、水溶液の深さもしくは対流を制御することによって高効率な気液界面プラズマの連続プロセスが実現可能であることがわかった。

第4章では、水溶液中における気泡上昇速度が非常に遅いファインバブル水中におけるプラズマの特性および活性種生成における優位性について調べたところ、ファインバブルの水中への導入は安定なプラズマ形成を促すと共に高効率な活性種生成プロセスを可能とすることがわかった。ファインバブル水中プラズマは電子密度が高く、水分子の解離によって生じる活性種を非常に多く生成することが明らかとなった。

第5章では、高圧雰囲気において気液界面プラズマを形成し、その特性を調べ、材料合成への応用を検討した。高圧雰囲気では気相の平均自由行程が短いことから電子密度の高いプラズマが形成され、大気圧雰囲気下におけるプラズマと比較すると、高圧アルゴン雰囲気における気液界面プラズマはアルゴンの励起温度が低く、水素の励起温度が高かった。これらの性質は高圧雰囲気下における気液界面プラズマに特有の性質であることから、特異な反応場として材料合成への応用利用を検討したところ、高圧雰囲気下でのプラズマによりアミノ酸から水分散性を有するカーボンナノ粒子のワンステップ合成が可能となった。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では気液界面プラズマプロセスの基礎と効率的な反応プロセス構築の可能性を明らかにしている。これらの評価方法ならびに得られた結果は、プラズマの化学反応ならびに材料調製への応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である林祐衣君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。