

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	微生物の不活化および生体作用に対するプラズマガス種の影響に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	高松利寛
Author(English)	Toshihiro Takamatsu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9523号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:沖野 晃俊,堀田 栄喜,河野 雅弘,松本 義久,赤塚 洋,伊藤 典彦
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9523号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	高松利寛	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	沖野晃俊	准教授	審査員	河野雅弘	生命理工学研究科生物プロセス専攻・教授
	審査員	堀田栄喜	教授		伊藤典彦	鳥取大学農学部・准教授
		赤塚 洋	准教授			
		松本義久	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「微生物の不活化および生体作用に対するプラズマガス種の影響に関する研究」と題し、大気圧プラズマによる微生物の不活化および生体作用についてまとめたもので、8章構成となっている。

第1章「序論」では、医療分野における大気圧非平衡プラズマの有用性と現在のプラズマ医療の研究動向をまとめています。また、医療応用に向けた取り組みにおいて、現在指摘されているプラズマ源の問題点を挙げるとともに、この問題を解消できるプラズマ源を提案し、その技術の有効性について述べています。

第2章「大気圧プラズマの医療分野への応用」では、現在医療分野に向けて開発されているプラズマ源とその応用について紹介し、プラズマによる殺菌や生体への影響などを調査する上で、必要となる滅菌、細胞死の定義やその評価法について記述している。

第3章「マルチガスプラズマジェットの基礎特性」では、マルチガスプラズマジェットの構造及び温度制御機構について記述している。ポンベから供給されたガスを液体窒素などで冷却したのち、ヒーターによって所望の温度に加熱してからプラズマを生成することで、 $-20^{\circ}\text{C}$ から  $160^{\circ}\text{C}$ まで、 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以下の精度でプラズマのガス温度を制御できることを示している。

第4章「各ガス種のプラズマによる表面処理」では、様々なガス種のプラズマを用いてバイオマテリアル等の表面処理効果を調査している。ポリスチレン製の細胞培養器材に二酸化炭素プラズマを照射するとマウスの繊維芽細胞の付着性が低下したが、付着した細胞はより生体に近いスフェロイド状の細胞として形成される事を明らかにしている。また、水素混合プラズマで酸化銅を高速に還元できる事を明らかにしている。透過型顕微鏡を用いた断面観察により、酸化銅を従来の報告の5,000倍以上となる  $93\ \mu\text{m/s}$ の還元速度が達成できていることを示している。

第5章「各ガス種のプラズマによる微生物の不活化効果」では、マルチガスプラズマジェットを用いて、様々な細菌やウイルスの不活化および毒素の分解を調査している。初期菌数約  $10^7$  個/mLの菌液に対して様々なガス種のプラズマを照射した結果、黄色ブドウ球菌、緑膿菌に対しては、窒素及び二酸化炭素のプラズマの殺菌効果が高いことを明らかにしている。OHラジカルと一重項酸素の消去剤を用いた実験により、窒素プラズマによる殺菌効果にはOHラジカルまたは一重項酸素が寄与していることを明らかにしている。また、ふぐ毒であるテトロドトキシンに酸素および窒素プラズマを10分照射することで、 $1/100$ まで分解できる事を明らかにしている。

第6章「各ガス種のプラズマによる生体への影響」では、ヒト細胞株のHeLa細胞や豚の角膜に対して各ガス種のプラズマを照射し、生体に対する影響を調査している。その結果、ガス温度を  $20^{\circ}\text{C}$ に制御したプラズマ照射では、細胞生存率の低下や角膜の損傷が見られないことを明らかにしている。また、プラズマによるDNAの二本鎖切断を調査し、窒素プラズマでは  $16\ \text{mGy/s}$ に相当することを明らかにしている。その結果、体への照射を行う場合には、プラズマのガス温度を制御し、さらにDNAの損傷も考慮しながら許容照射量以下で使用する必要があると結論づけている。

第7章「各ガス種のプラズマで生成される活性種」では、プラズマによって生成される各活性種について、各種分光手法を用いて詳細な定性・定量測定を行っている。その結果、二酸化炭素プラズマでは一重項酸素が  $180\ \mu\text{M/min}$ 、窒素プラズマではヒドロキシラジカルが  $260\ \mu\text{M/min}$ 生成される事などを明らかにしている。また、一酸化窒素の生成は窒素と酸素で組成される空気プラズマで確認され、その生成量は  $60\ \mu\text{M/min}$ 以上であることを示している。そして、本研究で得られた結果より、各ガス種のプラズマを水中に照射した場合の気中および水中での活性種の生成過程を結論として示している。

第8章「総括」では、本研究で得られた成果を総括するとともに、今後の研究課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、プラズマを用いた微生物の不活化とプラズマ照射による生体影響についてまとめたもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。