

## 研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		医療用プラズマジェットの活性種密度の計測と制御および殺菌に有効な活性種の調査			
研究テーマ (欧文) AZ		Measurement and control of radical densities in medical plasma jet and investigation of radicals effective for sterilization			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)オノ	名)リョウ	研究期間 B	2011 ~ 2012 年
	漢字 CB	小野	亮	報告年度 YR	2013年
	ローマ字 CZ	Ono	Ryo	研究機関名	東京大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京大学大学院新領域創成科学研究科・准教授			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>放電プラズマをがん治療や怪我治療に利用するプラズマ医療では、プラズマで生成される OH ラジカルや O ラジカルなどの活性種に医療効果があると考えられている。本研究では、この OH ラジカルの密度計測と制御を行った。医療用ヘリウムプラズマジェットの OH 密度をレーザー誘起蛍光法で計測した結果、10ppm 程度の不純物としてヘリウムに含まれる H<sub>2</sub>O 分子から 0.1ppm 程度の OH が生成されることを示した。OH ラジカルは H<sub>2</sub>O 分子が H と OH に解離することで生成されるため、OH 密度はヘリウムを加湿すると増加する。ヘリウムを加湿すると、200ppm の H<sub>2</sub>O 密度で 2ppm 程度の OH が生成されることを示した。一方、200ppm 以上ヘリウムを加湿すると放電が不安定になり、OH 密度が減少することも示した。このようにヘリウムを加湿することで、OH 密度を制御することに成功した。</p> <p>次に、プラズマジェットを用いて大腸菌の殺菌を行い、殺菌に効果のある活性種の調査を行った。プラズマガスを O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He と変えて実験した結果、O<sub>2</sub> で顕著な殺菌効果があった。これは O<sub>3</sub> あるいは O によるものと考えられる。一方、N<sub>2</sub> と He でも一定の殺菌効果があった。加湿の有無によらず殺菌効果があったため OH ラジカルの効果は除外できると考えたが、菌を培養する寒天培地から蒸発した水分から生成される OH を切り分けることができず、本研究期間内で活性種を特定することはできなかった。殺菌に加え、プラズマ医療で重要な動物細胞の活性化・不活化実験も行った。その結果、ヘリウムプラズマには細胞を活性化する効果があり、酸素プラズマには細胞を不活化する効果があることが分かった。両者で生成される活性種が異なることから効果の違いが表れており、前者は怪我治療、後者はがん治療への適用が期待される。</p>					
キーワード FA	プラズマ医療	プラズマ殺菌	活性種	レーザー誘起蛍光法	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Measurement of OH density and air-helium mixture ratio in an atmospheric-pressure helium plasma jet								
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Yonemori et al	雑誌名 <sup>GC</sup>	Journal of Physics D: Applied Physics						
	ページ <sup>GF</sup>	Art. No. 225202	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	2	巻号 <sup>GD</sup>	Vol. 25	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	ナノ秒パルス放電中におけるプラズマ諸特性の計測								
	著者名 <sup>GA</sup>	八木他	雑誌名 <sup>GC</sup>	2013 年度静電気学会春期講演会論文集						
	ページ <sup>GF</sup>	31~34	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	3	巻号 <sup>GD</sup>		
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	ナノ秒パルス電源を用いた大気圧プラズマによる培養株化細胞へのアポトーシス誘導								
	著者名 <sup>GA</sup>	安田他	雑誌名 <sup>GC</sup>	静電気学会講演論文集 2012						
	ページ <sup>GF</sup>	117~120	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	2	巻号 <sup>GD</sup>		
図書	著者名 <sup>HA</sup>									
	書名 <sup>HC</sup>									
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>		
図書	著者名 <sup>HA</sup>									
	書名 <sup>HC</sup>									
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>		

#### 欧文概要<sup>EZ</sup>

In the plasma medicine (wound healing, cancer treatment, etc.), active species such as OH and O radicals produced in the plasma are considered to have therapeutic effects. In this study, we measured and controlled the density of OH radicals. OH density in a medical helium plasma jet was measured using laser-induced fluorescence. It was shown that about 0.1 ppm of OH radicals were produced from impurity water vapor of about 10 ppm in the helium gas. The OH density increases with humidity of helium gas because OH radicals are produced by dissociation of H<sub>2</sub>O molecules. It was shown that the OH density can be increased up to 2 ppm by increasing helium humidity to 200 ppm. Further humidification led to unstable plasma generation and as a result decreased OH density. Thus, the OH density can be controlled by adjusting the humidity of the helium gas.

Next, we sterilized *E. coli* using the plasma jet and investigated effective active species for the sterilization. Among O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, and He plasma, the O<sub>2</sub> plasma was most effective for sterilization. O or O<sub>3</sub> is assumed to be effective for the sterilization. The N<sub>2</sub> and He plasma also had sterilization effect. As they could sterilize *E. coli* irrespective of humidity, it was initially assumed that OH radicals have no effect of sterilization. However, we could not eliminate the effect of OH radicals produced from water vapor from nutrient agar in the dry environment. So, we could not determine the effective active species in the N<sub>2</sub> and He plasma. Effect of plasma irradiation on animal cells was also examined. It was shown that the helium plasma activates the cells and O<sub>2</sub> plasma deactivates the cells. This result reflects the difference in active species produced in the two plasmas. The former plasma might be used for wound healing and the latter plasma might be used for cancer treatment.