

## 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)	生物素材を活用した環境低負荷型の金属ナノ粒子の生産システムの開発		
研究テーマ (英文)	Development of an environmentally low-impact production system for metallic nanoparticles using biological materials		
研究期間	2021 年 ~ 2022 年		研究機関名 筑波大学
研究代表者	氏名	(漢字)	青柳 秀紀
		(カタカナ)	アオヤギ ヒデキ
		(英文)	Aoyagi Hideki
	所属機関・職名		筑波大学・教授
共同研究者 (1 名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	Sharad Bhatnagar
		(カタカナ)	シャラッド バトナガー
		(英文)	Sharad Bhatnagar
	所属機関・職名		筑波大学・非常勤研究員

概要 (600 字~800 字程度にまとめてください。)

金属ナノ粒子は、多様な分野で様々な研究が活発に行われ、産業利用が期待されている。現在、金属ナノ粒子は物理化学的方法により作製されているが、環境への負荷も大きい。本研究では再生可能な生物素材(微生物が菌体外に分泌生産する赤色色素)を活用した環境低負荷型の金属ナノ粒子生産システムの開発を試みた。はじめに、赤色色素を分泌する *Talaromyces purpurogenus* を独自に自然界から分離培養し、選抜した。種々の培養実験をおこない、色素生産に有効な炭素源、窒素源、金属塩類、界面活性剤を探索し、最適培地を設計した。その結果、色素の菌体外への分泌生産量を数十倍増大させ、効率的に色素を生産、取得することが可能となった。

取得した色素の諸特性を解析した結果、耐熱性、耐酸性、耐アルカリ性、UV 耐性、抗菌性を有することが示された。取得した色素を還元剤として光照射下で使用すると、 $\text{AgNO}_3$  溶液から銀ナノ粒子を生成できた。

また、 $\text{NaOH}$  を添加して pH 12 の条件で反応させることで、銀ナノ粒子の生成が顕著に促進することも見出した。

さらに、異なる波長の LED (Light-emitting diode) 光を照射できるシステムを独自に開発し、色素と  $\text{AgNO}_3$  の混合液に異なる波長の光を照射して種々検討した結果、光照射条件(波長や強度など)を適切に調整する事で、銀ナノ粒子のサイズや形態の制御が可能となった。銀ナノ粒子を解析した結果、約 5~40 nm の粒径分布を有し、溶液中で分散して安定に存在していることが示された。

生成した銀ナノ粒子は大腸菌や表皮ブドウ球菌に対する抗菌性が認められた。また、本研究で開発した反応系は、金ナノ粒子の生成にも有効であった。

本研究により再生可能な色素を活用した環境低負荷型の金属ナノ粒子生産の有効性が示唆された。

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	論文課題	Effect of physicochemical factors on extracellular fungal pigment-mediated biofabrication of silver nanoparticles				
	著者名	S. Bhatnagar, C.N. Ogbonna, J.C. Ogbonna, H. Aoyagi*	雑誌名	Green Chemistry Letters and Reviews		
	ページ	2 7 4 ~ 2 8 4	発行年	2 0 2 2	巻号	1 5
雑誌	論文課題	Thermal and UV degradation kinetics of water-soluble, extracellular pigment produced by <i>Talaromyces purpurogenus</i>				
	著者名	S. Bhatnagar, H. Aoyagi*	雑誌名	Food and Bioprocess Technology		
	ページ	6 0 6 ~ 6 1 9	発行年	2 0 2 2	巻号	1 5
雑誌	論文課題	Light emitting diodes assisted, fungal pigment mediated biosynthesis of silver nanoparticles and their characterization				
	著者名	N. Nuanaon, S. Bhatnagar, T. Motoike, H. Aoyagi*	雑誌名	Polymers		
	ページ	3 0 1 4 ~ <a href="https://doi.org/10.3390/polym14153140">https://doi.org/10.3390/polym14153140</a>	発行年	2 0 2 2	巻号	1 4
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100 語～200 語程度にまとめてください。）

An environmentally low-impact metal nanoparticle production system utilizing a renewable biological material (red pigment produced by microorganisms) has been developed. *Talaromyces purpurogenus*, which secretes red pigment, was independently isolated and cultured from environmental samples and selected. Various culture experiments were conducted to design an optimal medium for enhancing the pigment production. As a result, the extracellular secretion of the pigment from the fungus was increased approximately ten times, enabling efficient production of pigments.

Analysis of various properties of the dye indicated that it has heat resistance, mild acid resistance, alkali resistance, UV resistance, and antibacterial properties. Silver nanoparticles could be produced from AgNO<sub>3</sub> solution when the obtained dye was used as a reducing agent under light irradiation. Also, addition of NaOH and reduction at pH 12 promoted the formation of silver nanoparticles. A LED (Light-emitting diode) system capable of emitting light of different wavelengths was developed, and a mixture of dye and AgNO<sub>3</sub> was irradiated with light of different wavelengths and examined in various ways. The results showed that the size and morphology of silver nanoparticles can be controlled by appropriately adjusting the light irradiation conditions (wavelength, intensity, etc.). The silver nanoparticles had a particle size distribution of about 5 - 40 nm and were shown to be well-dispersed and stable in solution.

The silver nanoparticles produced showed antibacterial activity against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. The reaction system developed in this study was also effective in producing gold nanoparticles. This study demonstrates the potential of environmentally low-impact metal nanoparticle production by utilizing extracellular pigments produced by the microorganisms.