

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

2024年 4月 6日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 藤 洋作 様

所属部局 京都大学生存圏研究所

職 名 講師

氏 名 畑 俊充

助成の種類	令和5年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究課題名	ケイ素含有木質系リグノセルロースカーボンを用いたAO耐性抗酸化材料の 開発			
上記以外で助成金 を充当した 研究内容	宇宙応用を目指した炭化木質リグニンの微細構造変化に関する研究			
助成金充当に関 わる共同研究者	道総研林産試・主任主査・本間千晶、和歌山工技セ・部長・梶本武志、 国立長野高専・教授・押田京一、京大生存研・教授・飛松裕基、神大工・准教授・田川雅人、 京大生存研・教授・小嶋浩嗣、RCBB BRIN・Professor・Subyako			
発表学会文献等	畑ほか(2023):原子酸素照射下での炭素化木質リグニンの微細構造変化:宇宙材料としての可能性(2023年9月)第21回 日本炭化学会研究発表会講演要旨集 p.55-56. Hata, T., Honma, S., Kajimoto, T. et al. Microstructural changes in carbonized wood-lignin, a potential space material, in response to atomic oxygen irradiation. Biomass Conv. Bioref. (2023). https://doi-org.kyoto- u.idm.oclc.org/10.1007/s13399-023-04957-5			
成果の概要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、 添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会計報告	交付を受けた助成金額	1,000,000	円	
	使用した助成金額	1,000,000	円	
	返納すべき助成金額	0	円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額	
		研究材料・消耗品	202,185	
		装置・設備更新	620,000	
		研究分析・試験外注費	107,015	
学会参加費及び発表費		61,000		
ソフトウェアライセンス費用	9,800			
当財団の助成に ついて	本研究プロジェクトにおける貴財団からの助成は、宇宙環境下での新材料開発という先進的な研 究テーマに対して、非常に大きな推進力となりました。助成金によって、特に資金調達が難しい実 験材料の購入や、必要な装置の利用が可能となり、研究の進行において計画通りに作業を進める ことができました。また、研究成果を国内の学会で発表する機会を得ることができ、また国際誌での 印刷を通じて、学術コミュニティとの貴重な交流を深めることもできました。このような経験は、研 究者としての視野を広げ、さらなる研究意欲を刺激するものでした。			

成果の概要/畑 俊充

[研究内容]

本研究は宇宙環境における材料の耐性向上に貢献する可能性を持つリグニン由来炭素材料に焦点を当てた。木材、特にその成分であるリグニンは、炭化によって高い炭素含有量を持ち、宇宙空間の厳しい条件下でも使用可能な特性を持つことが示唆された。特に、低地球軌道（LEO）環境下での原子酸素（AO）による劣化への耐性は、本研究の主要な関心事である。

[研究成果]

宇宙での木材利用には、電気伝導性の欠如が局所的な充電を引き起こす、高真空下でのガス放出が潜在的に有害な影響を及ぼすという課題が存在する。しかし、炭素化された木材は電気伝導性を有し、真空中でガスを放出しないという性質を持つため、宇宙機用材料として使用することが可能である。一方、低高度軌道における原子酸素（AO）による浸食は、材料表面の劣化を引き起こす可能性があるため、本研究では針葉樹および広葉樹由来の炭素化および非炭素化ミルドウッドリグニン（MWL）に対する AO 照射の影響を調査した。リグニンの源が AO 耐性に顕著な影響を及ぼすことがわかった。具体的には、針葉樹由来の MWL は AO 曝露によって構造変化を受けるのに対し、広葉樹由来の MWL は後者における酸素含有官能基の高い濃度によりより大きな耐性を示した。AO 照射は炭素骨格に明らかな変化を引き起こし、微細孔のサイズとピーク分布範囲に影響を及ぼした。これらの発見は、AO 曝露環境用のリグニン由来炭素材料を製造する際に特定の木材タイプと炭化条件を選択することの重要性を浮き彫りにした。グアイアシル核を持つ針葉樹 MWL は AO による浸食に明らかに脆弱であるが、酸素が豊富なシリリングル核に基づく広葉樹 MWL は AO に対して耐性がある。本研究は、樹種、酸素を含む官能基の濃度、および AO 耐性の間の複雑な関係を強調し、低地球軌道船内での木材由来リグニン炭素の潜在的な応用を示唆し、基盤となるメカニズムをよりよく理解するための追加研究の必要性を浮き彫りにした。

[今後の見通し]

本研究の結果は、AO 耐性を決定する上でリグニン源が果たす重要な役割を強調している。針葉樹由来の MWL は、AO による変化により顕著な構造変化を受けやすいことが明らかになった。一方、広葉樹由来の MWL は、炭化前後を問わず、酸素基官能基の高い濃度により AO に対してより大きな耐性を示した。この研究では、異なる炭化温度の調査は含まれていないため、結論はこれらの試験が実施された特定の条件下におけるものである。しかしながら、これらの発見は、低地球軌道アプリケーション用の持続可能なリグニンベースの材料を作成する際に、木材の種類と炭化プロセスを慎重に選択することの重要性を強調している。炭素化、樹種、酸素を含む官能基、および AO 照射の間の複雑な相互作用が明らかである。将来の研究では、本研究の結論をさらに裏付けるために、異なる炭化温度での実験を補足する計画である。