

2024 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	吉野 大輔
研究機関名	国立大学法人東京農工大学
所属部署名	大学院工学研究院
役職名	准教授
研究課題名	プラズマ電荷制御によるタンパク質分子状態の自在操作
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本研究では、大気圧低温プラズマによる電荷流動を制御して、タンパク質の分子状態を自在に操作するメカニズムを解明する。そのために、プラズマによる複雑な反応流動場が可能にするタンパク質分子内部への電荷の輸送機構、分子状態の変化機構、分子機能と生体作用機序をマルチスケールで明らかにすることを目的としている。2024 年度は、物性計測、プラズマによるタンパク質構造の変化、プラズマによるタンパク質の分子結合状態の変化、プラズマ電荷輸送に着目したタンパク質の構造・結合状態の変化メカニズムについて、コラーゲン分子、アミノ酸分子、炭化水素および水酸基を含む糖アルコール分子を対象とした解析を中心に取り組んだ。

まず、プラズマによる電荷輸送が分子間の水素結合に与える影響を考察するため、第 1 段階として水分子のみの分子動力学計算を実施、酸素原子の電荷量変化に応じた動径分布関数や最近接分子数の変化を示唆する結果を得た。次に、コラーゲン分子については特に水素結合を担うアミノ酸側鎖を中心としたプラズマに誘起される特有の現象の再現性を確認した。加えて、炭化水素鎖をもつ糖アルコール分子へのプラズマの影響を解析し、構造の変化を引き起こす要因の反応を明らかにした。また、プラズマ機能化タンパク質の作用機序を解析するための生体組織モデルの構築法を確立し、任意形状のオルガノイドシステムの構築が可能となった。

今後はプラズマ処理対象のタンパク質（特にアミロイドタンパク質）を変更した際にその都度計測を行う。温度計測および電荷輸送動態の数値モデル化に苦戦したため、専門家との共同研究を開始したものの、進捗が思わしくなかった。これらについては、専門家の支援を得ながら 2025 年度に継続して取り組む予定である。プラズマ機能化タンパク質分子の機能を解析しながら、開発した生体組織モデルを用いて当該タンパク質の生体作用機序の解析を進める。