

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

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	2023 年 4 月 1 日～2024 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。2023 年度は、プラズマと溶媒である水、生理食塩水等との相互作用の機構を明らかにするとともに、プラズマによるタンパク質、アミノ酸、糖アルコール分子の状態変化とその変化を引き起こす機構の解析を実施した。

自身の研究グループの先行研究において、誘電体バリア放電と液体の相互作用による液体の微粒化（ナノミスト）技術の開発に成功していた。毎秒 30,000～100,000 コマの高速度撮影を実施し、(1) 液体ジェット的不安定性による微小液滴の分離、(2) プラズマストリーマの衝突による液滴の物理的破砕、(3) プラズマストリーマ噴出に伴う煙状ミストの発生と液滴表面の崩壊、の 3 つの物理的反応が複合的に起こることがナノミストの生成機構であると明らかにした。

プラズマによる I 型コラーゲン分子の状態変化の詳細について解析を進めた。コラーゲン分子に加え、コラーゲンを構成する分子を中心に 12 種類のアミノ酸分子を対象にプラズマ処理前後の変化を核磁気共鳴分光法（NMR）および質量分析法（LC/MS）により解析した結果、プラズマの影響を受け易いアミノ酸分子および官能基を特定した。加えて、糖アルコール分子を用いて、プラズマの官能基に対する影響を詳細に分析した結果、2 種類の反応が官能基の変化の主要因であることを明らかにした。

また、プラズマ処理を施した機能化タンパク質の生体への作用機序の解析に用いる簡便に作製可能な臓器オルガノイドの培養プロトコルを概ね構築した。現状は、臓器高次機能の発現に向けた培養プロトコルの最適化を進めている。