

クモ糸の紡糸過程におけるイオンの効果を解明  
—強靱な人工クモ糸の製造技術開発に貢献—

理化学研究所（理研）のヌル・アリア・オクタビアニ特別研究員、沼田圭司チームリーダーらの研究チームは、クモ糸の紡糸過程において、種々のイオンがシルクタンパク質に及ぼす影響を明らかにしました。

本研究成果は、クモ糸の紡糸機構を明らかにする一連の研究や、人工的に強靱なクモ糸を製造する技術開発に貢献すると期待できます。

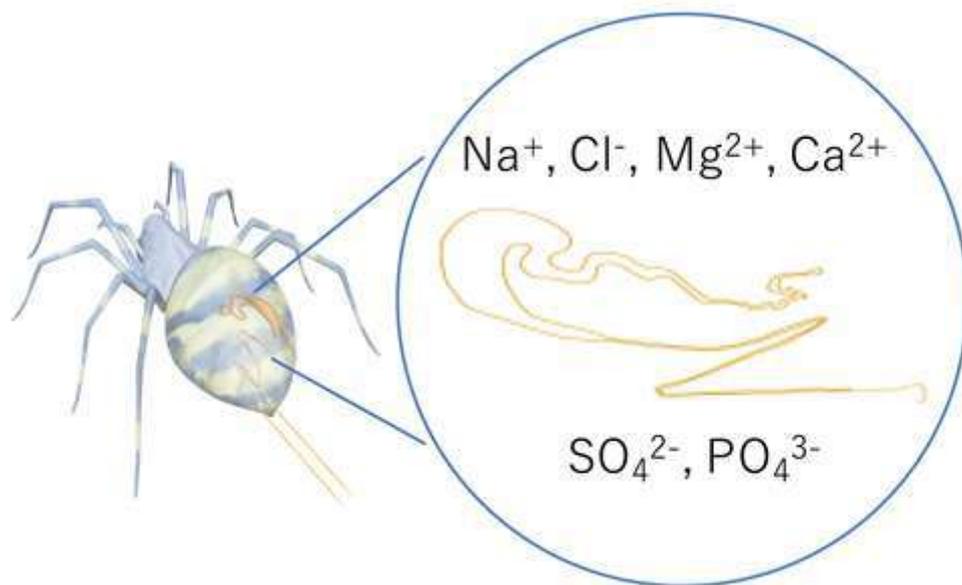


図 クモ糸の紡糸過程における、さまざまなイオンがシルクタンパク質の構造に与える影響

クモ糸の主成分であるシルクタンパク質は、その両末端である N 末端と C 末端の構造がつながることで、クモ糸の形成が進行することが知られています（図 1）。この紡糸過程の分子構造の変化には、イオンが重要な役割を果たしていると考えられてきましたが、具体的な分子構造やイオンの種類などは報告されていませんでした。

繰り返し配列



図1 シルクタンパク質の模式図

今回、研究チームは、まず、シルクタンパク質の硬い結晶領域と柔らかい非晶領域の繰り返し配列を、大腸菌を用いた遺伝子組換え技術により合成し、クモ糸が形成される直前の溶液状態を試験管内で再現しました。そして、シルクタンパク質の分子構造を溶液核磁気共鳴分光法[6]を用いて調べました。特に、イオンの種類と濃度の異なる複数の条件において、シルクタンパク質の分子構造とダイナミクスを評価することで、イオンの効果を明らかにすることを目指しました。

その結果、クモ糸が形成される直前の溶液状態のシルクタンパク質は、カオトロピックイオン（ナトリウムイオン、塩化物イオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオンなど）により分子内および分子間相互作用が抑制された結果、疎水性の分子構造を持ち、非常に高濃度で存在するにもかかわらず、クモ体内の水によく溶解することを見いだしました。一方で、コスモトロピックイオン（リン酸イオン、硫酸イオンなど）は、アミノ酸残基のグリシンを多く含む領域における水素結合の形成を促進し、糸を形成する際に生じるベータシート構造の形成に必須であることが明らかになりました（図2）。

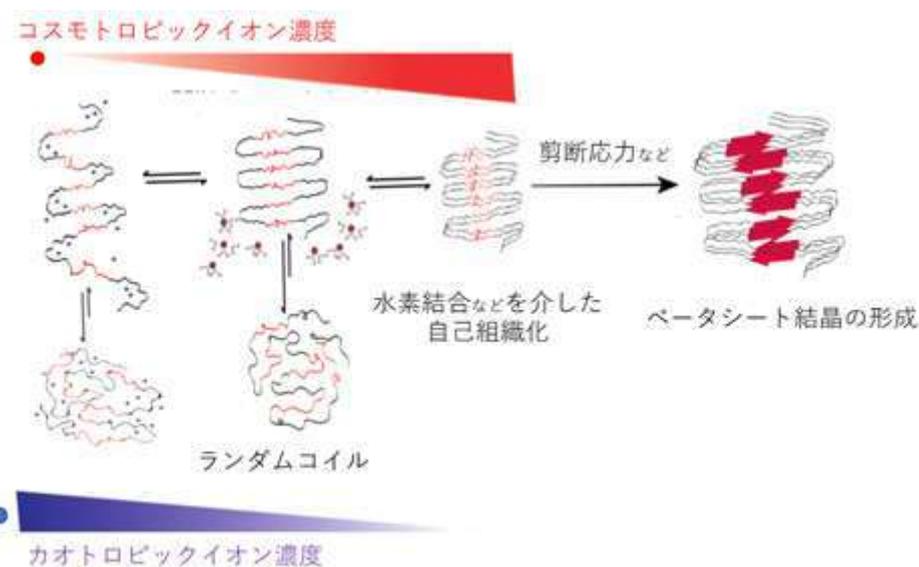


図2 シルクタンパク質の繰り返し構造がイオンから受ける影響の模式図

本研究は、英国の科学雑誌『Chemical Communications』オンライン版（7月29日付け）に掲載されました。

文：JST 客观日本编辑部翻译整理