

2023 年度年次報告書

持続可能な材料設計に向けた確実な結合とやさしい分解

2023 年度採択研究代表者

平野 篤

産業技術総合研究所 材料・化学領域

主任研究員

自然界最強クモ糸と人類最強ナノチューブの複合繊維

研究成果の概要

本研究は、クモ糸タンパク質とカーボンナノチューブ (CNT) を組み合わせたサステイナブルな複合素材の開発を目指す。この実現に向け、クモ糸タンパク質と CNT の間の結合形成法と分解法を確立していく。

本年度は、「項目1. CNT の化学修飾法の確立」「項目2. 天然クモ糸タンパク質と CNT の複合フィルムの溶解・分離・回収技術(リサイクル法)の確立」「項目3. CNT 結合性アミノ酸配列をもつクモ糸タンパク質の作製と溶解法の確立」を目指して実験を行った。項目1は、クモ糸タンパク質と CNT の間に共有結合の一つであるジスルフィド結合を形成することがねらいである。本年度は、強酸やジアゾニウム化合物を用いて、CNT へのカルボキシル基の修飾を行った。今後、CNT 表面のカルボキシル基を利用して、チオールを導入を検討していく。項目2は、クモ糸タンパク質・CNT 複合フィルムの溶解・分離回収・再利用の方法を検討し、得られた知見を複合繊維のリサイクル技術の確立につなげることがねらいである。本年度は、複合フィルムの溶解後に CNT を選択的に除去する方法を見出した。CNT 除去後に得られた溶液を凍結乾燥することでクモ糸タンパク質の粉末を回収することも可能になった。今後、粉末に含まれるタンパク質の含量・構造・組成およびフィルム再形成時の性能などを詳細に調査し、得られた知見をリサイクル技術の確立に活かしていく。項目3は、クモ糸タンパク質と CNT の安定な混合液を作製することがねらいである。本年度は、有機溶媒を用いて作製したクモ糸タンパク質・CNT 混合液の安定性評価を行った。加えて、混合液作製におけるアミド溶媒の有効性を検証するために、各種アミド溶媒中でのアミノ酸誘導体の溶解度を調査した。今後、これらの知見を利用し、混合液の安定性制御の実現を目指していく。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Hirano, H. Wada, M. Sato, T. K. Kameda, T. *N*-acetyl amino acid amide solubility in aqueous 1,6-hexanediol solutions: Insights into the protein droplet deformation mechanism, *Int. J. Biol. Macromol.*, **261**, 129724, (2024).