

受入大学名	熊本大学		
Host University	Kumamoto University		
外国人研究者	モハマド シャハルザマン		
Foreign Researcher	MOHAMMAD SHAHRUZZAMAN		
受入研究者	高藤 誠	職名	教授
Research Advisor	Makoto Takafuji	Position	Professor
受入学部/研究科	大学院先端科学研究部		
Faculty/Department	Faculty of Advanced Science and Technology		

<外国人研究者プロフィール/Profile>

国籍	バングラデシュ
Nationality	Bangladesh
所属機関	ダッカ大学
Affiliation	University of Dhaka
現在の職名	助教
Position	Assistant Professor
研究期間	令和4年9月1日～令和4年11月29日(90日間)
Period of Stay	90days (September 1, 2022 - November 29, 2022)
専攻分野	材料化学
Major Field	Material Chemistry



ハイドロゲル作製の様子/Preparation of hydrogels

<外国人研究者からの報告/Foreign Researcher Report>

<p><b>①研究課題 / Theme of Research</b></p> <p>The main theme of the proposed study is to prepare terpolymer hydrogel (j- CNCs/pNHS) with superior adsorption capacity that will provide the benefits of removing dye effluents from wastewater. Materials such as activated carbon, polyacrylamide, polysaccharide and modified alumina have already been studied for removal of dyes from wastewater. Among these, activated carbon showed better adsorption capacity. However, its widespread use is limited because of its higher production cost, regeneration difficulty and harmful effects to the environment. The main focus of the proposed research is to overcome these limitations and to develop an adsorbent based on jute cellulose nanocrystal (j-CNCs) (extracted from jute) and terpolymer to remove organic dyes from wastewater.</p>
<p><b>②研究概要 / Outline of Research</b></p> <p>A very simple method was developed to prepare j-CNCs reinforced polymer hydrogel to remove methylene blue (MB) dye from an aqueous solution. Hydrogels are outstanding polymer materials with excellent hydrophilicity and permeability properties. Due to their three-dimensional (3-D) network structure, they have received considerable attention for the removal of organic dyes from wastewater. The materials used for preparing this terpolymer hydrogel are j-CNCs and a terpolymer that is copolymerized using hydroxyethylacrylamide, 3-methacryloxypropyltrimethoxy silane and N-isopropylacrylamide. The advantage of terpolymeric hydrogel system is that varying the relative concentrations of monomers can better control the swelling properties of hydrogel.</p>
<p><b>③研究成果 / Results of Research</b></p> <p>The functionalization of j-CNCs was performed using organic functional groups. The length (up to 1200 nm) and diameter (up to 90 nm) of j-CNCs were optimized by SEM. The reaction between j-CNCs and terpolymer was revealed by the increased intensity ratio of -OH band to C-H band and shifting of a peak for C=O from 1604 cm<sup>-1</sup> to 1608 cm<sup>-1</sup> in the FT-IR spectrum of the hydrogel compared to those of the copolymer. The hydrogel showed a significant swelling at a ratio of 16 g/g in deionized water. In good accordance with the Langmuir adsorption isotherm, a maximum adsorption value of MB onto the hydrogel was achieved 117.63 mg/g. The hydrogel is a completely biodegradable material to be utilized for the adsorption of cationic toxic materials from waste effluent.</p>
<p><b>④今後の計画 / Further Research Plan</b></p> <p>The current outcomes of the research were presented at International Seminar room of Materials Science and Applied Chemistry Department to consolidate and improve the method. Adsorption kinetics (Pseudo-first-order and pseudo-second-order kinetic model, Intraparticle diffusion model) for the case of methylene blue adsorption on the prepared hydrogel will be investigated. The future plan is to initiate industry-academia collaboration and finalize the analysis to publish the overall results in an international journal. Also I will present the research work in the upcoming International Conference which will be held in Bangladesh on December 19-20 and hope the young researcher will get valuable information about the research lab facilities of Japan.</p>

## <受入研究者からの報告/Research Advisor Report>

### ①研究課題 / Theme of Research

本研究では、バングラデシュの主要産業である繊維・染色工業から排出される染料等を含む廃水から色素を吸着除去するためのゲルの作製とその吸着能の評価を行った。具体的には、バングラデシュで生産されるジュート（黄金繊維）から採取ジュート（黄麻）から得られるセルロースナノクリスタル（j-CNC）をベースに、合成ポリマーとの複合化（j-CNCs/pNHS）により新規なハイドロゲルを作製した。従来の活性炭、ポリアクリルアミド、多糖類、変性アルミナなどの材料などと比較して、再生可能、環境への負荷が小さいなどの特徴がある。今後、吸着材としての性能評価について調査を行う計画である。

### ②研究指導概要 / Outline of Research

バングラデシュにおける繊維・染色産業の現状とその肥大化に伴う環境への影響について意見交換した上で、本研究課題の目標設定や材料開発のスキームについて議論した。また、ジュートから生産されるセルロースナノクリスタルと木質材料や竹など他の素材から得られるセルロースナノクリスタルあるいはセルロースナノファイバーなどの比較を行い、機能面での優位性について議論をした。さらにハイドロゲルの材料設計について協議するとともに、機能評価の測定方法や評価方法について議論した。ジュートはバングラデシュで大量に生産されており、製品製造時の残渣が大量であることも環境面での大きな問題となっており、ジュート残渣を利用した吸着材開発は同国において重要な研究ターゲットであることを確認した。

### ③研究指導成果 / Results of Research

ジュートから採取されるセルロース・ナノクリスタルと合成ポリマーを用いた複合ハイドロゲルの作製ならびに組成比や濃度によるゲル特性の制御に関する基礎研究については、当初の計画どおりに実施することができた。また、産学連携分野での意見交換、若手研究者や大学院生との研究交流を進めることができた。

### ④留学生交流事業の活動状況 / Activities of International Student Exchange Program

本学に滞在中に、日本人学生および大学院生を対象とする講演会を開催するとともに、受入研究者のグループの大学院生、留学生とのディスカッションに参加するなど、学生との交流活動に積極的に取り組んでいただいた。また、熊本県産業技術センターにおいて天然ポリマーを用いた機能性材料の開発を行っている研究グループと、植物由来の天然ポリマーやナノ材料などの新規材料開発に関する意見交換を行った。この間、フランスのポルドー大学、キルギスのキルギスタン・トルコ・マナス大学、リトアニアのヴィータウタス・マグナス大学から本研究室を訪問中の研究者らとの意見交換を行うなど、国際交流活動を精力的に進めていただいた。

### ⑤今後の計画 / Further Research Plan

メチレンブルーをモデル色素として、複合ハイドロゲルを用いた吸着実験を行い、吸着速度（擬一次、擬二次速度論モデル、粒子内拡散モデル）について詳細に検討する予定である。さらに、色素の脱着方法に関する研究を行い、環境影響の少ないリサイクル吸着システムの開発を目指す。帰国後は実用化のための産学連携を推進する計画であると聞いており、今後も継続的な支援を行っていく予定である。本学とダッカ大学は学術交流協定を締結しているが、今後は学生交流についても交流協定を締結し、大学院生の交換留学やインターンシップ受入を通じて多様なフェーズでの交流を活発化させる計画である。



研究者との意見交換/Meeting with researchers in Kumamoto



インターンシップ生との研究打合せ/Discussion with internship students