

プログラム名：超高機能構造タンパク質による素材産業革命

PM名：鈴木 高領

プロジェクト名：大規模ゲノム情報を活用した超高機能タンパク質の設計及び製造

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 8 年 度

研究開発課題名：

構造タンパク質製品群の高性能化に資する機能性イオン液体の分子設計と合成

研究開発機関名：

鶴岡工業高等専門学校

研究開発責任者

佐藤 貴哉

## I 当該年度における計画と成果

### 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

#### ① 機能性イオン液体の分子設計と合成

##### 1. 親水性／疎水性イオン液体の設計・合成

→ 2017年3月末までに独自設計の高性能イオン液体の合成手順を確立する。

##### 2. イオン液体型多価有機塩の設計・合成

→ 2017年3月末までにイオン液体型多価有機塩の分子設計を完了する。

##### 3. イオン液体型ポリマーの設計・合成

→ 2017年3月末までに原料となるイオン液体型モノマーの合成手順を確立する。

#### ② 機能性イオン液体の構造タンパク質製品群への応用

##### 1. クモ糸タンパク質ファイバーへの応用

→ 2017年3月末までにイオン液体を可塑剤としたクモ糸ファイバー試作を完了する。

##### 2. その他の製品群への応用

→ 2017年3月末までに複合化可能な構造タンパク質製品のリストアップを完了する。

### 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

#### 2-1 進捗状況

#### ① 機能性イオン液体の分子設計と合成

##### 1. 親水性／疎水性イオン液体の設計・合成

→ イオン交換反応を用いてイミダゾリウム型イオン液体の合成に成功した。

##### 2. イオン液体型多価有機塩の設計・合成

→ 2官能性ならびに3官能性カチオンを有するイオン液体型多価有機塩を試作した。

##### 3. イオン液体型ポリマーの設計・合成

→ メタクリレート基を有するイオン液体型モノマーの合成手順を確立した。

#### ② 機能性イオン液体の構造タンパク質製品群への応用

##### 1. クモ糸タンパク質ファイバーへの応用

→ イオン液体を可塑剤としたクモ糸ファイバー試作を完了した（特許出願中）。

##### 2. その他の製品群への応用

→ 複合化可能な構造タンパク質製品としてイオン液体含有フィルムを試作し、樹脂製品への応用も検討中である。

#### 2-2 成果

#### ① 機能性イオン液体の分子設計と合成

##### 1. 親水性／疎水性イオン液体の設計・合成

→ 複数種類のイミダゾリウム型イオン液体をイオン交換反応で試作した。

## 2. イオン液体型多価有機塩の設計・合成

→ 2官能性ならびに3官能性カチオンを有するイオン液体型多価有機塩を試作した。

## 3. イオン液体型ポリマーの設計・合成

→ メタクリレート基を有するイオン液体型モノマーの合成手順を確立した。

## ② 機能性イオン液体の構造タンパク質製品群への応用

### 3. クモ糸タンパク質ファイバーへの応用

#### 3-a. 複合化の方法

→ 紡糸液調製時に予めイオン液体を相溶させることで達成した。

#### 3-b. 可能な紡糸液

→ クモ糸粉末/イオン液体/極性有機溶媒の3成分系紡糸液で達成した。

#### 3-c. 凝固浴・洗浄/延伸浴

→ 凝固浴組成及び洗浄・延伸浴組成について検討を行い、安定的な紡糸が可能な条件を見出した。

→ 湿式または乾湿式紡糸を使い分け、直径 50–150  $\mu\text{m}$  程度、ベルト状または真円状のモノフィラメントを得た。また、試作ファイバーを SEM-EDX に付したところ、2.0 keV に特性 X 線が見られ、これが今回用いたイミダゾリウム型イオン液体中のリンに由来することから、ファイバー中のイオン液体の存在が示唆された。

## 2-3 新たな課題など

### ① ファイバー中イオン液体含有量の制御・糸物性との関係性解明

→ イオン液体含有ファイバーの実用化の際、要求性能（伸度等）を発揮する分のイオン液体含有量の定量的評価および制御がマイルストーンとなる。現在、本校所有の NMR 装置（固体/液体）によるファイバー中イオン液体の定量・評価系を確立し、糸物性値との関係性の解明に着手している。

### ③ 環境高親和性イオン液体の探索

→ 構造タンパク質製品に添加する化合物として、アニオンもしくはカチオン部位にアミノ酸に近い構造を有するイオン液体の探索ならびに合成を行う。天然物由来の構造タンパク質製品としてのイメージを損なわない製品設計としても、将来的に必須となることが予想される開発項目である。

## 3. アウトリーチ活動報告

特に無し。