

## 環境に調和する機能性高分子材料の創製

青島貞人・井上正志・今田勝巳・鬼塚清孝・寺尾 憲・橋爪章仁・山口浩靖、  
原田明、宇山 浩、高島義徳、小林裕一郎  
自然共生高分子科学プロジェクト

【緒言】 本研究プロジェクトにおいては、高分子に関する各方面の研究者が集まり、「新しい持続可能な高分子材料の開発」を目的にプロジェクトを推進する。特に材料設計において、架橋設計に注目し、周囲の環境に調和し、応答する材料の創製を試みる (図 1) [1]。

【クエン酸変性セルロースとの相互作用による強靱化】 高分子鎖が環状分子を動ける可動性架橋を有する高分子材料に改質セルロースを適量添加すると、弾性率が向上し硬くなるにも関わらず靱性は維持する強靱な材料が得られた。改質セルロースと高分子鎖間の水素結合、可動性架橋の相乗効果により材料の強靱化は達成できた (図 2) [2]。

【緩和時間の異なる可逆性架橋点の組み合わせた高分子材料】 ホスト-ゲスト相互作用による可逆性架橋を用い、速度論の指標である緩和時間に着目した。緩和時間の異なる 1 種、または 2 種の可逆性架橋を持つ超分子ヒドロゲルを作製し、緩和時間と靱性の普遍的関係の解明を目的とした。架橋点は異なる 2 次平均緩和時間 ( $\langle \tau \rangle_w$ ) が短い架橋 1 種と長い架橋 1 種の組み合わせにより、靱性が特異的に向上した (図 3) [3]。

【可動性架橋を活用した複合材料の力学特性】 可動性架橋が力学特性の向上や複合化に寄与することは明らかになったものの、可動性架橋が高分子材料中でどのように振る舞うかは明らかではなかった。高分子科学、特に緩和挙動や熱特性を調べることにより、材料中での可動性架橋のスライド運動が高分子鎖の緩和に影響することや反応中に形成される可動性架橋の比率を明らかにした (図 4) [3]。

### 【参考文献】

- [1] Ikura, R.; Park, J.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Takashima, Y., *NPG Asia Mater.*, **2022**, *14*, 10.
- [2] Tsuchiya, H.; Asaki, Y.; Sinawang, G.; Asoh, T.; Osaki, M.; Park, J.; Ikemoto, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Uyama, H.; Takashima, Y., *ACS Appl. Polym. Mater.*, **2022**, *4*, 403-412.
- [3] Konishi, S.; Park, J.; Urakawa, O.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Inoue, T.; Matsuba, G.; Takashima, Y. *Soft Matter*. **2022**, *18*, 7369-7379.
- [4] Kawai, Y.; Park, J.; Ishii, Y.; Urakawa, O.; Murayama, S.; Ikura, R.; Osaki, M.; Ikemoto, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Inoue, T.; Washizu, H.; Matsuba, G.; Takashima, Y., *NPG Asia Mater.*, **2022**, *14*, 32.



図 1. 高分子材料の架橋設計の基づいた機能性高分子材料の創製

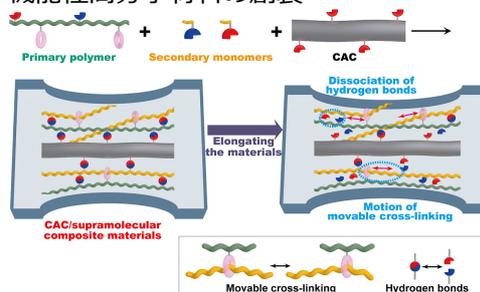


図 2. 改質セルロースと可動性架橋からなる高分子材料の強靱化

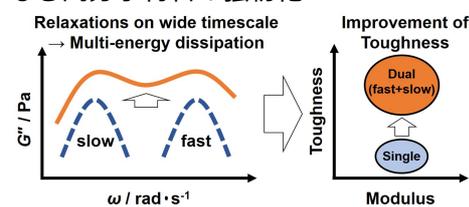


図 3. 緩和時間の異なる可逆性架橋点の組み合わせた高分子材料の概念図

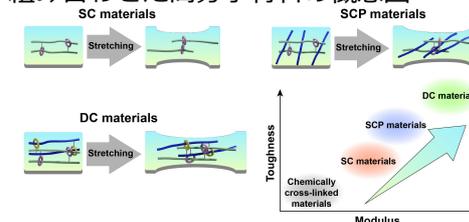


図 4. 可動性架橋を活用した複合材料の概念図及び力学特性との相関図

## 研究業績リスト

### I 査読論文

#### 【PRC での成果】

Preparation of Dual Cross-Network Polymers by Knitting Method and Evaluation of Their Mechanical Properties.

Kawai, Y.; Park, J.; Ishii, Y.; Urakawa, O.; Murayama, S.; Ikura, R.; Osaki, M.; Ikemoto, Y.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Inoue, T.; Washizu, H.; Matsuba, G.; Takashima, Y.

NPG Asia Mater. 2022, 14:32, 1-11

(DOI:10.1038/s41427-021-00348-2)

Multi-Energy Dissipation Mechanisms in Supramolecular Hydrogels with Fast and Slow Relaxation Modes

Konishi, S.; Park, J.; Urakawa, O.; Osaki, M.; Yamaguchi, H.; Harada, A.; Inoue, T.; Matsuba, G.; Takashima, Y.

Soft Matter. 2022, 18, 7369-7379.

(DOI:10.1039/D2SM00735E)

Simultaneous Control of the Mechanical Properties and Adhesion of Human Umbilical Vein Endothelial Cells to Suppress Platelet Adhesion on A Supramolecular Substrate

Park, J.; Ueda, T.; Kawai, Y.; Araki, K.; Kido, M.; Kure, B.; Takenaka, N.; Takashima, Y.; Tanaka, M. (Authors contributed equally to this work)

RSC Adv. 2022, 12, 27912-27917.

(DOI:10.1039/D2RA04885J)

### II 国際会議等における発表

なし

### III 国内会議等における発表

緩和時間の異なる可逆性架橋点の組み合わせが超分子ヒドロゲルの強靭性に与える影響

小西 昂・朴 峻秀・浦川 理・大崎 基史・山口 浩靖・原田 明・井上 正志・松葉 豪・高島 義徳

第 71 回高分子討論会, 北海道大学 (札幌キャンパス), 北海道札幌市

2022/9/5(月) - 2022/9/7(水)

#### IV 著書

なし

#### V 受賞と知的財産

なし

#### VI その他研究業績、発表文献

なし